



УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ“ – ШТИП  
ЗЕМЈОДЕЛСКИ ФАКУЛТЕТ

***ПРОФ. Д-Р РИСТО Ѓ. КУКУТАНОВ***



# МЕТЕОРОЛОГИЈА



Штип, 2014 година

# МЕТЕОРОЛОГИЈА

Автор:

**Проф. д-р Ристо Ѓ. Кукутанов**

Катедра за наука на земјиштето и хидрологија  
Земјоделски факултет, Универзитет „Гоце Делчев“- Штип,  
Ул. „Крсте Мисирков“ б.б., П. фах 201, 2000 Штип, Република Македонија

**Рецензенти:**

Проф. д-р Лилјана Колева-Гудева

Проф. д-р Милан Ѓеорѓиевски

**Лектор: Иван Василевски**

**Техничко уредување:**

Проф. д-р Ристо Ѓ. Кукутанов

**Издавач:**

Универзитет „Гоце Делчев“- Штип

Учебник

[www.ugd.edu.mk](http://www.ugd.edu.mk)

Национална и универзитетска библиотека "Св. Климент Охридски", Скопје  
551.5(075.8)

КУКУТАНОВ, Ристо Ѓ.

Метеорологија [Електронски извор] / Ристо Ѓ. Кукутанов. - Текст,  
илустр.. - Штип : Универзитет "Гоце Делчев", Земјоделски факултет,  
2014

Начин на пристап (URL): <http://e-lib.ugd.edu.mk/naslovna.php>. -

Наслов преземен од екранот. - Опис на изворот на ден 29.10.2014

ISBN 978-608-244-109-2

а) Метеорологија - Високошколски учебници

COBISS.MK-ID 97291274

Со одлука бр.1802-330/46 од 27.08.2014 година, Наставно-научниот совет на Земјоделскиот факултет при Универзитетот „Гоце Делчев“- Штип, постапувајќи по предлогот на рецензентите *проф. д-р Лилјана Колева-Гудева* и *проф. д-р Милан Ѓеорѓиевски* и Комисијата за издавачка дејност при Универзитетот „Гоце Делчев“- Штип, го одобри издавањето на рецензираниот учебник „МЕТЕОРОЛОГИЈА“ од авторот проф. д-р Ристо Ѓ. Кукутанов, редовен

професор на Земјоделскиот факултет при Универзитетот „Гоце Делчев“– Штип

## СОДРЖИНА

ВОВЕД .....	7
<b>1.ПОДЕЛБА НА МЕТЕОРОЛОГИЈАТА</b>	<b>11</b>
1.1.КЛИМАТСКИ ВИДОВИ	14
1.3.КЛИМАТСКИ ПОЈАСИ	16
1.4.МЕТЕОРОЛОШКИ ЕЛЕМЕНТИ И ПОЈАВИ	18
<b>2.МЕТЕОРОЛОШКИ СТАНИЦИ</b>	<b>19</b>
2.1.Поделба на метеоролошките станици	20
2.2.ГЛАВНИ МЕТЕОРОЛОШКИ СТАНИЦИ	21
2.3.ОБИЧНИ МЕТЕОРОЛОШКИ СТАНИЦИ	22
2.4.ДОЖДОМЕРНИ СТАНИЦИ	23
2.5.ПОСТАВУВАЊЕ НА МЕТЕОРОЛОШКИ СТАНИЦИ	23
2.6.Метеоролошки круг и распоред на метеоролошките инструменти	24
<b>3.МРЕЖА НА МЕТЕОРОЛОШКИ СТАНИЦИ</b>	<b>26</b>
3.1..ОРГАНИЗИРАЊЕ МЕТЕОРОЛОШКИ НАБЉУДУВАЊА	27
3.2.ФЕНОЛОГИЈА И ФЕНОМЕТРИЈА	33
3.3.ХИДРОЛОШКА СТАНИЦА ЗА ПОВРШИНСКИ ВОДИ	35
3.4.ХИДРОЛОШКА СТАНИЦА ЗА ПОДЗЕМНИ ВОДИ	36
3.5.Гарниеров испарувач ( <i>Garnier</i> )	36
3.6.ЕКОЛОШКА СТАНИЦА	37
<b>4.АТМОСФЕРА.....</b>	<b>41</b>



4.1.ВНАТРЕШНА ГРАДБА НА ЗЕМЈАТА	50
4.2.ТОПЛИНА	51
4.3.ПОИМ ЗА ТЕМПЕРАТУРА И ТОПЛИНА	52
4.4.СОНЧЕВО ЗРАЧЕЊЕ, ЗЕМЈИНО ИЗЗРАЧУВАЊЕ И ПРОТИВЗРАЧЕЊЕ НА АТМОСФЕРАТА	55
4.5.ОСНОВНИ ПОИМИ И ДЕФИНИЦИИ	57
4.6.МЕРЕЊЕ НА ТЕМПЕРАТУРАТА НА ВОЗДУХОТ И ЗЕМЈАТА	61
<b>5. МЕРЕЊЕ НА ДИРЕКТНО СОНЧЕВО ЗРАЧЕЊЕ</b>	<b>70</b>
5.1.ДИФУЗНО СОНЧЕВО ЗРАЧЕЊЕ	75
5.2.РЕФЛЕКТИРАНО СОНЧЕВО ЗРАЧЕЊЕ	80
5.3.МЕРЕЊЕ НА ДОЛГОБРАНОВОТО ЗРАЧЕЊЕ	83
5.4.МЕРЕЊЕ НА ОСВЕТЛУВАЊЕТО	85
<b>6.МЕРЕЊЕ НА ТЕМПЕРАТУРАТА НА ВОЗДУХОТ, ВОДАТА И ПОЧВАТА И ВИДОВИ ИНСТРУМЕНТИ</b>	<b>87</b>
6.1.МЕРЕЊЕ НА ТЕМПЕРАТУРАТА НА ПОЧВАТА	91_Тoc387405082
6.2.ОБРАБОТКА НА ТЕМПЕРАТУРАТА НА ПОЧВАТА	93
6.3.МЕРЕЊЕ НА ТЕМПЕРАТУРАТА НА ВОДАТА	98
6.4.ТЕРМОГРАФ	99
6.5.ОБРАБОТКА НА ТЕМПЕРАТУРАТА НА ВОЗДУХОТ	101
<b>7.АТМОСФЕРСКИ (ВОЗДУШЕН) ПРИТИСОК</b>	<b>110</b>
7.1.ДНЕВЕН И ГОДИШЕН ОД НА ВОЗДУШНИОТ ПРИТИСОК	111
7.2.ВОЗДУШНИ СТРУЕЊА ВО АТМОСФЕРАТА	112
7.3.ВЛАЖНОСТА НА ВОЗДУХОТ	119
7.4.ВИДОВИ ПСИХОМЕТРИ	122
7.5.МЕРЕЊА НА ВЛАЖНОСТА СО ХИГРОМЕТРИ	125
7.6.ВРТЕЖЕН ПСИХОМЕТАР	126
7.7.МЕРЕЊЕ НА ВЛАЖНОСТА СО ХИГРОГРАФИ	127
7.8.ПОЛИМЕТАРОТ	129
7.9.БАРОГРАФИТЕ	131
7.10.УТВРДУВАЊЕ НА ВЛАЖНОСТА	131
7.11.ОБРАБОТКА НА ВЛАЖНОСТА НА ВОЗДУХОТ	132
<b>8.ИСПАРУВАЊЕ</b>	<b>137</b>
8.1.Рамнотежа на испарувањето	140
<b>9.ВИДОВИ НА ВОЗДУШНИ СТРУЕЊА (ВЕТРОВИ)</b>	<b>147</b>
9.1.ИСТРУМЕНТИ ЗА МЕРЕЊЕ НА ПРАВЕЦОТ И БРЗИНАТА НА ВЕТЕРОТ	152
9.2.ЕЛЕКТРИЧЕН ДАЛЕЧИНСКИ АНЕМОМЕТАР	154

9.3.ФУСОВ АНЕМОГРАФ	156
9.4.ВЕТРОВИ СПОРЕД ВРЕМЕТРАЕЊЕТО	158
9.5.БУРА	158
9.6.Појава на бурата	159
9.7.Траење и брзина на бурата	159
9.8.ОБРАБОТКА НА ВЕТЕРОТ	160
9.9.БОФОРОВА СКАЛА	163
9.10.ОБРАБОТКА НА АНЕМОГРАМИТЕ	165
9.11.ОБРАБОТКА НА ПОДАТОЦИТЕ ЗА ВЕТЕРОТ	166
9.12..МАГЛА	170
<b>10.ОБЛАЧНОСТ</b>	<b>171</b>
10.1.ОБЛАЦИ	172
10.2..Високи облаци	176
10.3.Средни облаци	176
10.4.Ниски облаци	177
10.5.Облаци со вертикален развoтoк	177
10.6.ПРИНЦИП НА КЛАСИФИЦИРАЊЕ НА ОБЛАЦИТЕ	178
10.7.ВИДОВИ	189
10.8.ПОДВИДОВИ	202
10.9..ДОПОЛНИТЕЛНИ КАРАКТЕРИСТИКИ И ПРИДРУЖНИ ОБЛАЦИ	211
10.10.ОДРЕДУВАЊЕ НА ПРАВЕЦОТ И БРЗИНАТА НА ОБЛАЦИТЕ	216
10.11.ОЦЕНА НА ГУСТИНАТА И МЕРЕЊЕ НА ВИСИНАТА НА ОБЛАЦИТЕ	217
10.12.Одредувањето на висината на облакот се врши со користење на:	217
1)-пилот балон	217
2)-проектор	217
3)-телеметар	217
10.13..ПИЛОТ БАЛОНИ	218
10.14..ПРОЕКТОРИ	218
<b>11.ВРНЕЖИ</b>	<b>220</b>
11.1.КОНДЕНЗАЦИЈА	220
11.2.ПРОТИВГРАДОБИЈНА СТАНИЦА	226
11.3.ЕЛЕКТРИЧНИ ПРАЗНЕЊА	229
11.4.МРАЗ	231
11.5.МЕРЕЊЕ НА ВРНЕЖИТЕ	232
11.6.ИНСТРУМЕНТИ ЗА МЕРЕЊЕ НА КОЛИЧЕСТВАТА НА ВРНЕЖИТЕ	233
11.7.Омбограф или плувиограф	233

11.8.Дождомер 235

11.9.ОБРАБОТКА НА ВРНЕЖИТЕ 242

## **12.КОРИСТЕЊЕ НА СОВРЕМЕНИ СРЕДСТВА ЗА ОБЕЗБЕДУВАЊЕ НА МЕТЕОРОЛОШКИ ПОДАТОЦИ 249**

12.1.ДАЛЕЧИНСКО МЕРЕЊЕ 249

12.2..МЕТЕОРОЛОШКИОТ БАЛОН 251

12.3.МЕРЕЊА СО ПИЛОТ БАЛОН 252

12.4.РАДИО СОНДИ 253

12.5.МЕРЕЊЕ СО МЕТЕОРОЛОШКА РАКЕТА 254

12.6.МЕТЕОРОЛОШКИ РАДАРИ 255

12.7МЕТЕОРОЛОШКИ САТЕЛИТИ 262

## **13.АВТОМАТСКИ МЕТЕОРОЛОШКИ СТАНИЦИ 272**

## **14.КЛИМАТСКИ ТИПОВИ ВО МАКЕДОНИЈА 303**

## **15.КЛИМАТА ВО МАКЕДОНИЈА 304**

## **16.КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА 312**

*МЕТЕОРОЛОГИЈАТА е физичка наука која ги опишува, проучува и прогнозира времето и климата на Земјата.*

*Проучувањето на времето и климата е важно за сите подрачја на човековата дејност, а посебно во земјоделството, шумарството, водостопанството, електростопанството, градежништвото, копнениот и воздушен промет, туризмот и одбраната на земјата.*

*Таа е **применета наука** која стекнатите знаења ги применува во секојдневниот живот на луѓето. Времето, климата и водите имаат влијание врз речиси сите **социоекономски сектори**.*

*Метеорологијата има огромно значење во земјоделството, со што овозможува предвремено дознавање на климатските услови како што се: температура на воздухот, температура на почвата, врнежливи периоди, сушни периоди итн.*

*Од таа причина сè поголемо внимание ќе се обрнува на промовирањето на примената на метеоролошките, климатолошките, хидролошките и океанографските информации во повеќето гранки на човечката активност во светски рамки.*

*Во таа насока, точните опсервации, слободната и навремена размена на информации за времето, како и сè поточната прогноза добиена од математичките модели засновани на физичките закони кои владеат во атмосферата, сè повеќе ќе бидат од суштествено значење за животот на луѓето на планетата Земја.*

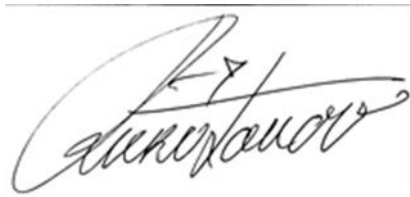
*Во текот на 20. век автоматското и висинското мерење станале составен дел на глобалниот мерен систем. Автоматското мерење во широка смисла претставуваат севкупните мерења кои се извршуваат од страна на автоматски системи без директно учество од страна на човечкиот фактор.*

*Меѓутоа, во метеоролошката практика под поимот автоматско мерење се подразбира мерењето од страна на метеоролошките станици. Под висинско мерење, пак, се подразбира слободниот простор во атмосферата помеѓу стационарните уреди на земјата (радар за уредување на сферите) инструменти и системи во атмосферата, авиони, балони или ракети (метеорографи радио-сонди на авионот), како и инструменти на вештачки метеоролошки сателити за земјата.*

*Сите овие мерења временски и просторно се многустрани, наспроти оние кои се спроведуваат на приземните метеоролошки станици, а некои од овие мерења служат за истражувања. Основна цел на овој учебник е подигање на нивото на образованието, техничката култура и унапредување на земјоделското производство.*

*Авторот ќе биде задоволен и среќен ако учебникот послужи за целта, а благодарен на сугестиите и добронамерните препораки од корисниците.*

Проф. д-р Ристо Ѓ. Кукутанов

A handwritten signature in black ink, enclosed in a thin black rectangular border. The signature is written in a cursive style, with the first letter 'Р' being large and stylized. The rest of the name 'исто Ѓ. Кукутанов' follows in a fluid, connected script.

## ВОВЕД

Метеорологијата е наука која ги проучува физичките појави во атмосферата, односно појавите што се случуваат на земјината површина или во горните слоеви на атмосферата.

Оваа наука припаѓа во групата на геофизички науки во кои спаѓаат: науката за земјиниот магнетизам, хидрологијата и сеизмологијата.

1. Да се добијат низи од точни реални податоци кои ја карактеризираат атмосферата и набљудуваните појави во неа.

2. Да се изврши анализа на набљудуваните податоци и да се најде правилно објаснување на појавите што се случуваат во атмосферата.

3. Да се изработат методи со помош на кои може да се предвиди текот на нивниот можен развој за одреден временски интервал.

4. Да се применат пронајдените законитости за развојот на атмосферските процеси и на тој начин силата на природата да се искористи за практични потреби.

Науката која го проучува односот меѓу физичките и хемиските фактори на атмосферата и живите организми се вика **БИОМЕТЕОРОЛОГИЈА**. Во зависност од предметот на проучувањето, биометеорологијата може да се подели на:

Фитолошка (растителна) биометеорологија;

Зоолошка (животинска) биометеорологија;

Биометеорологија на човекот (медицинска)

Во рамките на биометеорологијата се развиени две посебни дисциплини:

Шумарска метеорологија, Агрометеорологија.

Агрометеорологијата претставува наука која ги проучува системот на интеракција меѓу времето и земјоделските култури, домашните животни, растителните болести и корисните и штетните инсекти во екосферата.

Практичната примена на агрометеорологијата во голема мера зависи од степенот на развојот на земјоделството.

Задачите на агрометеорологијата се разновидни, бидејќи оваа наука го проучува комплексното влијание на метеоролошките, климатските и хидролошките услови врз целокупното земјоделско производство.

Познавањето на климата на пределот е многу значајно бидејќи таа го условува развојот на многу појави на Земјата, вклучувајќи ги и биолошките појави.

Ова може да се реализира со истражување на: средните многугодишни вредности на метеоролошките елементи и појави; месечните, периодичните и сезонските промени на метеоролошките елементи и појави;

Непериодичните осцилации на метеоролошките елементи и појави условени од локалните услови; екстремни отстапувања од просечните состојби.

Во современата климатологија се користат разни видови методи од кои посебно би ги издвоиле:

#### 1.Методи на набљудување.

Набљудувањето е посебна постапка за собирање податоци за појавите што се предмет на истражувањето со помош на поставена мерна мрежа. За ова цел Светската метеоролошка организација постави организирана мерна мрежа во светот.

2.Математичко-статистички методи. Со помош на овие методи се обработуваат метеоролошките информации кои се собираат подолг временски период. Со обработка на овие податоци се добиваат климатски карактеристики. Со овие методи не може да се објаснат причините за настанувањето и промените на процесите и појавите. За таа цел се користат аналитички методи.

3.Анализа се употребува за проучување на структурата на климатскиот систем. Оваа постапка ги определува неговите елементи и карактеристики на нивниот меѓусебен однос.

4.Синтеза. Овој метод се употребува за соединување на оние податоци што се добиени како резултат на анализа на различните својства и карактеристики на појавите.

5.Компаративен метод. Со овој метод се врши проучување на одредени појави со компарација со слични или спротивни појави.

6.Експериментални методи. Се создаваат вештачки односи или ситуации со кои треба да се проверат причинско-последичните врски.

#### 7.Методи на моделирање.

#### 8.Картографски методи

Паралелно со растењето на метеорологијата растело и сознанието за можноста за практична примена за достигнувањата во секојдневниот живот. За новите погледи на природата и за димензиите на атмосферските процеси и појави, како и за сознанието дека за брзиот развој на метеорологијата и нејзината практична примена, е неопходно постојана размена на достигнувањата.

## 1. ПОДЕЛБА НА МЕТЕОРОЛОГИЈАТА

### 1.1.Метеорологијата може да се подели на:

**Општа метеорологија.** Се занимава со проучување на сите метеоролошки елементи и метеоролошки појави во ниските слоеви на атмосферата. Оваа наука се занимава со методите на метеоролошките мерења и инструментите за мерења, поради што често дел од оваа дисциплина се издвојува како посебна наука, т. н. инструментална метеорологија.

Истата врши конструкција на метеоролошките инструменти, ги проучува методите на мерење и на обработка на податоците.

Постојат: метеоролошки, климатолошки, агрометеоролошки, рударски, специјални мерења, мерења на квалитетот на воздухот и др.

**Синоптичка метеорологија.** Врши анализа и прогноза на времето.

**Динамичка метеорологија.** Претставува наука која емпириски и теоретски ги објаснува движењата на воздушната маса.

**Аерологијата или физиката на слободната атмосфера** е наука која ги проучува метеоролошките елементи и појави во слободната атмосфера на поголеми височини.

За различни потреби на стопанството се развија и одделни гранки на метеорологијата. како што се:

*Поморска метеорологија, судска метеорологија, воздухопловна метеорологија, биолошко-медицинска метеорологија, микрометеорологија, агрометеорологија и др.*

Сознанијата добиени од областа на метеорологијата се пренесуваат преку меѓународни и светски организации, здруженија, како и преку Светската метеоролошка организација.

**Климатологијата**, според целите и задачите на проучувањето, може да се подели на:

- **Општа климатологија** - ги проучува влијанијата на одделни климатски фактори врз модификацијата на метеоролошките елементи.

- **Специјална климатологија** - врши проучување на одредени делови на општата климатологија што е од посебна важност за одредени активности на човекот.

**Климатологијата е составена од следните целини:**

- **Синоптичка, односно динамичка климатологија** - ја проучува општата циркулација на воздушните маси на атмосферата и нејзиното влијание врз формирањето на разни видови клими.

- **Климатологија на топлински баланс** - го проучува приходот и расходот на топлината во атмосферата и на земјината површина во вид на енергетска основа на сите процеси кои влијаат врз создавањето на разни видови клима.

- **Теоретска климатологија** - со помош на математичко-статистичките методи ги проучува сите климатски елементи и појави.

- **Микроклиматологија** - претставува наука која ја проучува микроклимата, односно го проучува поднебјето на малите региони.

- **Палеоклиматологија** - ги проучува промените на климата во минатото и причините што ги условуваат тие промени.

Поделбата на климатологијата може да се изврши и според други критериуми. Радиновиќ климатологијата ја поделил во 5 групи, и тоа:

1. Во зависност од просторот на набљудување, климатологијата се дели на:

- *макроклиматологија*
- *мезоклиматологија*
- *микроклиматологија*

2. Во зависност од просторот на проучување, се дели на:

- *светска, односно глобална климатологија*
- *регионална климатологија*
- *локална климатологија*



3. Во зависност од методите што се користат во проучувањето и објаснувањето на климата, се дели на:

- општа климатологија
- физичка климатологија
- динамичка климатологија
- комплетна климатологија
- палеоклиматологија

4. Во зависност од начинот на проучувањето на атмосферските процеси, се дели на:

- синоптичка климатологија
- климатологија на слободната атмосфера
- климатологија на слободните маси.

5. Во зависност од значењето на климата врз другите науки и стопанските активности се дели на:

- агроклиматологија
- биоклиматологија
- медицинска климатологија
- шумарска климатологија
- воздухопловна климатологија

## Време и Клима

Времето претставува вистинска состојба на метеоролошките елементи и појави во даден момент. Тоа е многу променливо и нестабилно. Времето е последица на разновидните физички процеси што се одвиваат во атмосферата, на површината на земјата и во плиткиот слој на земјата. Времето најчесто го карактеризираат следниве метеоролошки елементи и појави:

- сончево зрачење
- земјино зрачење
- температура на воздухот
- влажност на воздухот
- воздушен притисок
- облаци
- врнежи
- снежна покривка
- ветер итн.

Под поимот клима се подразбира збир на сите временски појави, односно атмосферски процеси кои ја карактеризираат средната физичка состојба на атмосферата над некое место.

Климата ја условуваат: режимот на сончевата радијација, режимот на земјината радијација, воздушните струења, влажноста на воздухот, температурата на воздухот и на почвата.

Климата е определена и од циркулацијата на атмосферата, распоредот на копнената и водената површина, географската површина, надморската висина, карактеристиките на подлогата и др.

Според просторот на кој се проучува, климата може да се подели:

- **Клима на атмосфера** – го зафаќа воздушниот слој на кој се појавуваат облаците. При проучувањето на оваа клима предвид се земаат сите појави и процеси кои се случуваат на Земјата. Климата на атмосферата може да се подели на:

- *макроклима*
- *мезоклима*
- *топоклима*
- *микроклима*

- **Клима на земјиштето** – се однесува на земјината површина и на горните слоеви на земјиштето до длабочина до која се чувствуваат дневните, месечните, сезонските и годишните варирања на температурата, кои имаат голема улога во загревањето и ладењето на приземниот воздух, а со тоа и на многу други процеси.

## 2. КЛИМАТСКИ ВИДОВИ

Пред да почнеме со разгледување на поделбата на климата потребна ни е дефиниција за овој термин.

Климата во секое место на Земјата зависи од нејзината географска ширина, односно од интензитетот на сончевата светлост која паѓа под одреден агол на земјината површина.

Кога воздушната маса влегува од една во друга област, таа со себе го носи својот вид на време. Времето не се менува сè додека не продри некоја друга воздушна маса со нејзиниот својствен вид на време.

Наизменичните промени на времето предизвикани од смената на воздушните маси во некои области ги нарекуваме видови на време. Кога во некое место или област времето се повторува од година во година тоа ја претставува нивната клима. Климата се потврдува со долгогодишно набљудување и мерење на климатските елементи во одредена област.

Таа е дефинирана како моментална состојба во атмосферата, над одредено место во одреден период, која ги зема предвид просечните и екстремните девијации.

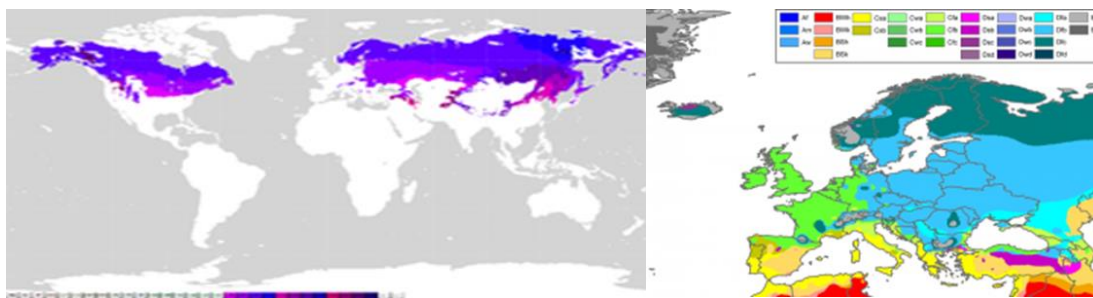
Доминантните комбинации на временските појави и промени во поединечни области на Земјата предизвикуваат поделба на климата. Според соларното, односно инсолациското влијание, земјината површина може да се подели на разни климатски зони, односно климатски појаси, а според дејството на климатските модификатори, земјината површина може да се подели на разни климатски видови.

2.1.Постојат повеќе климатски видови, но од нив најзначајни се:

- **Маритимен**, односно океански вид на клима, која се карактеризира со зголемена влажност во воздухот, свежи лета и топли зими, со мали разлики во температурите помеѓу годишните времиња. Екстремните температури се јавуваат во март и во август. Врнежите се јавуваат во студениот дел од годината, а во летниот период има најмало количество на врнежи.

Овој климатски вид има влијание врз поголем дел од Европа (посебно во Западна Европа), некои крајбрежни области на Африка, Јужна Америка, Северна Америка, Австралија и Нов Зеланд.

- **Континентален или копнен климатски вид** - Овој вид на клима се јавува во континенталното подрачје на средишниот дел од северната хемисфера. Континенталната клима се карактеризира со ниска вредност на средногодишната температура, со големо дневно и средногодишно температурно варирање и со изразито големо апсолутно температурно варирање. Зимата е изразито студена, летото е топло, а врнежите се најобилни во топлиот дел од годината.



Слика 1. Климатски видови

Како посебен климатски вид може да се издвои приморската, односно литоралната клима, во која се чувствува влијанието на маритимната и континенталната клима.

-**Медитеранска или средоземноморска клима** - Оваа клима владее над Средоземното Море и, всушност, претставува маритимна клима, но поради влијанието на околните континенти има изменети карактеристики. Се состои од егејска и јадранска клима и истите тие имаат влијание врз климатските карактеристики на територијата на Македонија.

Оваа клима се карактеризира со жешки и суви лета и ладни, влажни зими. Освен областите над Средоземното Море, оваа клима, исто така, влијае и врз западните делови на Северна Америка, во делови на западна и јужна Австралија, на југозапад Јужна Африка и во средишните делови на Чиле.



Слика 2. Климатски видови

## КЛИМАТСКИ ПОЈАСИ

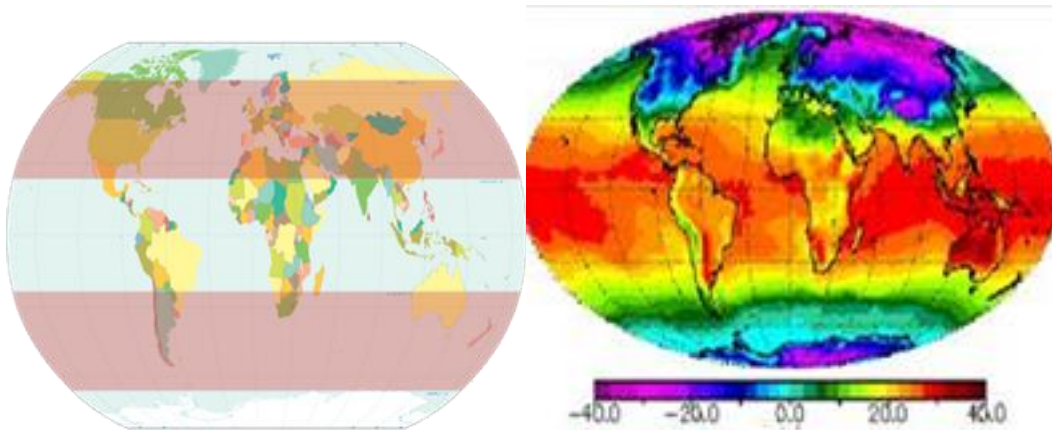
Доминантните комбинации на временските појави и промени во поединечни области на Земјата предизвикуваат поделба на пет основни климатски појаси или зони (жежок појас, два умерени и два студени појаси).

### Жежок појас

Се протега меѓу Северниот и Јужниот повратник ( $23^{\circ}27'$  с.г.ш. и  $23^{\circ}27'$  ј.г.ш.). Во оваа климатска зона сонцето е два пати во текот на годината во зенитот над секое место. Сончевите зраци паѓаат под голем агол што придонесува за изедначено загревање на целата зона во текот на годината. Годишното варирање на температурата е мало. Високите температури и големите количества на врнежи се последица на високата положба на сонцето.

### Два умерени појаси

Едниот се протега на северната полутопка, меѓу Северниот повратник и Северниот поларен круг ( $23^{\circ}27'$  и  $66^{\circ}33'$  с.г.ш.), а вториот се протега на јужната полутопка, меѓу Јужниот повратник и Јужниот поларен круг ( $23^{\circ}27'$  и  $66^{\circ}33'$  ј.г.ш.).



Слика 3. Климатски појаси

Во оваа климатска зона Сонцето во текот на годината има само еднаш највисока положба (не е во зенит, тогаш почнува летото) и еднаш најниска положба (почнува зимата). Во оваа зона постојат и преодните годишни времиња: пролет и есен. Поради големината на оваа зона ( $43^{\circ}06'$ ) се појавуваат многу големи температурни разлики во текот на годината, поради што може да се издвојат три споредни појаси:

#### Суптропски

Кој се карактеризира со постепено преоѓање од зима кон лето и обратно. За суптропски области се сметаат оние каде што средната годишна температура изнесува над  $20^{\circ}\text{C}$ , но средната температура во најладните месеци е под  $20^{\circ}\text{C}$ .

#### Супполарен

Супполарниот појас е зона која се формира меѓу поларниот и умерениот климатски појас и се карактеризира со нагло преминување од зима кон лето и обратно.

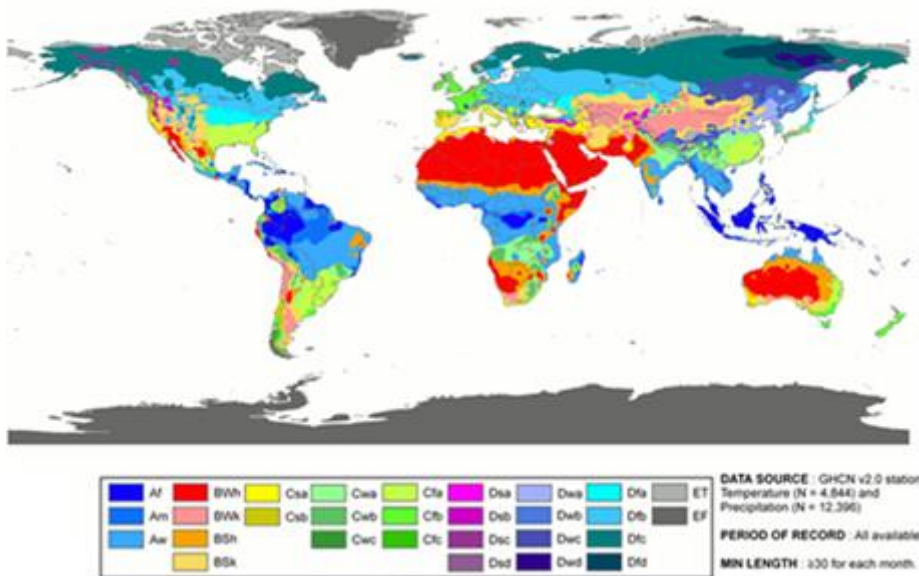
#### Вистински умерен појас

##### -Два студени појаси

Едниот се протега на северната полутопка, помеѓу Северниот поларен круг и Северниот Пол ( $66^{\circ}33'$  до  $90^{\circ}$  с.г.ш.). Вториот појас се протега на јужната полутопка, помеѓу Јужниот поларен круг и Јужниот Пол ( $66^{\circ}33'$  до  $90^{\circ}$  ј.г.ш.). Во нив престанува правилната поделба помеѓу денот и ноќта. Со зголемувањето на географската ширина доаѓа до редукција на инсолацијата.

Таа постои во текот на летниот период, а во зимските месеци преовладува радијацијата. Зимата е многу долга и студена, а летото е кратко. Оваа зона нема преодни годишни времиња.

Оваа поделба не ги задоволува потребите за целосно климатско реонизирање на земјината површина бидејќи е ограничена од повратниците, односно од светлосните услови.



Слика 4. Климатски појаси

## 2. МЕТЕОРОЛОШКИ ЕЛЕМЕНТИ И ПОЈАВИ

Основни метеоролошки елементи се:

*Сончево зрачење, должина на траење на сончевиот сјај, температура на воздухот, воздушниот притисок, испарување, влажност на воздухот, облачност, хоризонтална видливост, количество врнежи, висина на снежна покривка, густина на снег итн.*

Метеоролошките елементи се набљудуваат во одредени часови во текот на денот, а се изразуваат во бројни вредности. Метролошките елементи можат да имаат периодични промени и непериодични промени.

Метеоролошките појави се:

Облаци, дожд, снег, град, роса, слана, поледица, магла итн.

Во зависност од физичко-метеоролошките причини што ги условуваат метеоролошките појави, според настанувањето, тие се делат на:

**1.Хидрометеори** - тоа се сите појави кои се јавуваат како последица на преодот на водата од гасовита во течна состојба. Во зависност од местото на појавата, се разликуваат два вида на хидрометеори;

- *хидрометеори кои се појавуваат во атмосферата*
- *хидрометеори кои се појавуваат на земјината површина*

**2.Електрометеори** – претставуваат појава која настанува во атмосферата како последица на промените на електричното или магнетното поле на Земјата во зависност од временските услови. Во оваа група спаѓаат следниве атмосферски појави: *грмежи во близина, грмежи во далечина, молња, мирно електрично празнење и поларна светлина.*

**3.Формометеори** - претставуваат вид атмосферски појави кои се појавуваат како последица на апсорпцијата, рефлекцијата и прекршувањето на сончевите или месечевите зраци при проаѓањето низ атмосферата.

**4.Литометеори** - се атмосферски појави кои настануваат како последица на пренесувањето на одредени цврсти честички во атмосферата.

Резултатите од метеоролошките мерења и набљудувања на метеоролошките станици се бележат во соодветни обрасци кои можат да се поделат во три вида:

- 1.Основни обрасци и документација
- 2.Обрасци за бележење на часовните вредности и дијаграми
- 3.Посебни обрасци

Во текот на мерењата можат да се јават грешки и неправилности. Поради тоа се вршат различни видови контроли, и тоа:

1.Техничка контрола. Се врши проверка на исправноста на сите измерени, забележани и пресметани вредности.

2.Логичка контрола. Се состои од логичко споредување на измерените, забележаните и пресметаните вредности од метеоролошките елементи и појави.

3.Криптичка контрола. Се врши споредување на податоците од измерените, забележените и пресметаните вредности од метеоролошките мерења и набљудувања помеѓу две или повеќе супстанции.

## 2.1.МЕТЕОРОЛОШКИ СТАНИЦИ

Метеоролошките станици се организациски единици на метеоролошката служба чија задача е да извршува *метеоролошки набљудувања и мерења*, според единствени утврдени прописи. Податоците добиени со метеоролошките мерења и набљудувања, метеоролошките станици ги доставуваат до Управата за хидрометеоролошки работи (УХМР) на Република Македонија во облик на кодирани извештаи, дневник на набљудување, службени обрасци и информативни средства во пропишани часовни, дневни, декадни и месечни периоди.

Метеоролошките податоци измерени и набљудувани на метеоролошките станици служат како темел на метеоролошката практика, проучувањето на времето и климата и други теориски и применети научни истражувања поврзани со состојбата на атмосферата.

Метеоролошките податоци измерени и набљудувани на метеоролошките станици одат во меѓународна размена за понатамошна анализа и прогноза на состојбата на земјината атмосфера како и за проучување на атмосферските процеси кои се однесуваат на времето и климата.

СМО е специјализирана агенција на Организацијата на обединетите народи со задача да ја координира метеоролошката практика на меѓународно ниво. Македонија е членка на СМО од 17.11.1991 година. Една од најважните задачи на СМО е регулирање на еднообразни метеоролошките мерења и набљудувања во целиот свет.

#### Поделба на метеоролошките станици

Според намената и програмата за работа, метеоролошките станици на основната мрежа се делат на:

- *Главни метеоролошки станици*
- *Обични метеоролошки станици*
- *Дождомерни станици*

#### 5.1. Според технолошкиот приод, метеоролошките станици се делат на:

- *Конвенционални станици (опремени со конвенционални мерни инструменти)*
- *Полуавтоматски (опремени со конвенционално-електронски инструменти)*
- *Автоматски станици (опремени со електронски инструменти).*

5.2. Аеролошки станици: - На главните метеоролошки станици или посебно, можат да се прават висински пилотбалонски или радиосондажни мерења на метеоролошките елементи како што се ветер, температура, притисок на воздухот, како и релативна влажност и концентрација на озонот. Овие мерења се вршат обично во најнискиот слој од триесет километри на земјината атмосфера.

Ако во тој процес се вклучени и специјални мерења, како што се мерењата на силата на електричното празнење, зрачење, киселост на врнежите или други примеси во атмосферата важни за природната средина или за земјоделството, главните станици можат да прераснат во **опсерватории** - еден вид истражувачки центри.

Постојат и посебни метеоролошки набљудувања на бродови и воздухоплови. Исклучок се визуелните набљудувања на атмосферските појави, видливоста, облачноста и видот на облаците.

Посебна група набљудувања се далечински мерења и набљудувања, каде објектот на набљудување е оддалечен од мерниот инструмент. Такви уреди се, на пример, *содари, профилери, метеоролошки радар и сателити*. Содарите и профилерите служат за континуирано мерење на височинскиот профил на правецот и брзината на ветерот, температурата и влагата во тропосферата.



Додека со помош на метеоролошки радари и сателити можат да се набљудуваат облаци, да се одредува и проценува количината и интензитетот на врнежите, да се мерат компонентите на зрачењето, температурата на површината на Земјата (копно и вода), површината на ледени и снежни покривки, височината на морски бранови и друго.

Сето наведено се спроведува скоро во целиот свет, што го чини глобалниот набљудувачки систем со кој координира Светската метеоролошка организација во состав на програмата на *светското метеоролошко* набљудување.

## 6. ГЛАВНИ МЕТЕОРОЛОШКИ СТАНИЦИ

Дефиниција за главна метеоролошка станица

Главна метеоролошка станица е метеоролошка станица со професионални метеоролошки мерења и набљудувања, на која се прават мерења и набљудувања според различни програми на работа за потребите на:

- *следење и прогнозирање на времето и климата,*
- *проучување на атмосферата,*
- *агрометеорологијата,*
- *техничката метеорологија,*
- *хидрологијата,*
- *заштита на животната средина и останати економски и научни дисциплини.*

Програма на мерења и набљудувања на главна метеоролошка станица

На главната метеоролошка станица се вршат набљудувања и мерења:

### **а) набљудување:**

- *сегашно време, минато време*
- *облаци: количина, облачност и вид*
- *височина на долна база на облаци*
- *видливост*
- *посебни појави, состојба на тлото*
- *фенолошки набљудувања (по потреба)*
- *сила на ветерот*

### **б)-мерење:**

- *правец и брзина на ветерот на височина од 10 m над почвата*
- *температура на воздухот на 2 m над почвата*

- екстремни (минимална и максимална) температура на воздухот на 2 m над почвата
- температура на почвата на длабочина 2, 5, 10, 30, 50 и 100 cm
- минимална температура на воздухот на 5 cm над почвата
- температура на водата ако постојат услови
- воздушен притисок на нивото на барометар
- тенденција на воздушниот притисок
- карактеристика на тенденцијата на воздушниот притисок
- влажност на воздухот на 2 m над почвата
- влажност на почвата (земјата)
- врнежи (вид, количина и интензитет)
- снежна покривка (мерка за покриеност на почвата со снег; височина на снежната покривка и густина на снегот)
- длабочина на замрзнување и одмрзнување на почвата
- траење на сончевиот сјај
- испарување.

Напомена: На одреден број главни метеоролошки станици се извршуваат и други мерења и набљудувања кои се регулирани со правилник за работа на метеоролошките станици во Република Македонија, на пр.

За потребите за заштита на животната средина

## 7. ОБИЧНИ МЕТЕОРОЛОШКИ СТАНИЦИ

Обична метеоролошка станица, во која се вршат набљудувања и мерења на метеоролошките елементи и појави за потребите на климатологијата и агрометеорологијата.

**На обична метеоролошка станица се вршат набљудувања и мерења:**

### **А) Набљудување на:**

- а)-атмосферски појави
- б)-количество облаци (облачност)
- в)-видливост

**Фенолошки набљудувања (по потреба) на сила на ветерот**

### **Б)-Мерење на:**

- правец и брзина на ветерот на височина од 10 m над почвата
- температура на воздухот на 2 m над почвата, екстремни (минимална и

*максимална) температура*

- *температура на почвата (по потреба)*
- *влажност на воздухот на 2 м над почвата*
- *врнежи (вид и количина)*
- *височина на снежната покривка.*

## 8.ДОЖДОМЕРНИ СТАНИЦИ

Дождомерна станица е метеоролошка станица на основната мрежа на која се вршат набљудувања и мерења на врнежи и атмосферски појави.

- *На дождомерна метеоролошка станица се вршат набљудувања и мерења:*
- *врнежи (количина)*
- *височина на снежната покривка*
- *следење на атмосферските појави*
- *фенолошки набљудувања (по потреба).*

## 9.ПОСТАВУВАЊЕ НА МЕТЕОРОЛОШКИ СТАНИЦИ

Местото за поставување на метеоролошка станица треба да ги задоволува следните услови:

- Да биде репрезентативно во метеоролошка смисла, т. е. да има таква положба на која набљудуваните и измерените метеоролошки појави и елементи ќе го претстават времето, а со тоа и климата за што поширока околина;
- Да биде на отворен простор како би можел воздухот слободно да струи од сите страни;
- Да нема предмети или објекти во близината кои би влијаеле на појавите и елементите кои се набљудуваат и мерат на метеоролошката станица;
- Почвата на која се предвидува нејзиното поставување да одговара на природните услови на регионот;
- Да не биде на кос, наведнат терен, на гребен, на стрмен брег, превој или во нивна близина;
- Земјената подлога во метеоролошкиот круг да биде обрасната со трева, ако дозволуваат природните услови;

Да не се планира никаква градба во непосредна близина на местото одредено за метеоролошката станица. Површината на земјиштето на кое ќе се изгради (постави) метеоролошката станица е условена од рангот на метеоролошката станица и месните прилики.

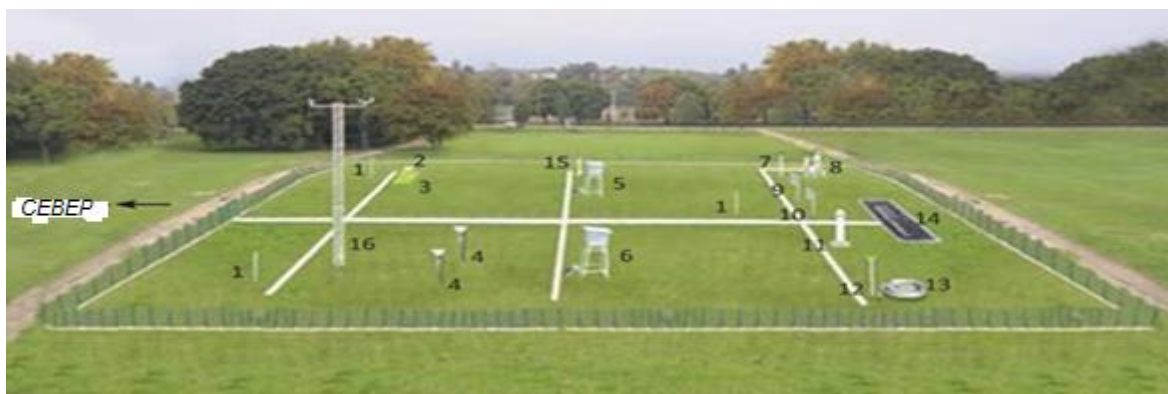
Надморската височина на метеоролошката станица е одредена со надморската височина на почвата под метеоролошката куќичка (заклон) во метеоролошкиот круг.

#### 9.1.Метеоролошки круг и распоред на метеоролошките инструменти

Метеоролошкиот круг на станицата мора да биде изграден во облик на квадрат или правоаголник чии страници не се разликуваат многу по должина. Страниците на квадратот или правоаголникот треба колку што е можно да бидат во правец север-југ и исток-запад.

Земјиштето треба да биде израмнето и оградено со соодветна ограда заради заштита на инструментите и инсталациите.

Тревата треба да се коси кога ќе надмине височина од приближно 2,5 см, а искосената трева треба веднаш да се изнесе од кругот за да не испарува во близина на метеоролошката куќичка.



Слика 5. Распоред на метеоролошките инструменти

1.	Снегомери	9.	Столб за резервен дождемер
----	-----------	----	----------------------------



Слика 6. Распоред на инструментите во метеоролошкиот круг иа главна метеоролошка станица

2.	Штица за нов снег	10.	Дождомер
3.	Површина за земање примерок за мерење на густината на снегот	11.	Омброграф
4.	Собирачи на примероци за хемизам на врнежи	12.	Анеометар за мерење на поминат пат
5.	Метеоролошка куќичка	13.	Испарувач класа “А”
6.	Метеоролошка куќичка	14.	Термометри во почвата
7.	Столб за хелиограф и солариграф	15.	Минимален термометар на 5 см над почвата
8.	Столб за компоненти на сончевото зрачење	16.	Столб за анемограф и ветроказ

## 10.МРЕЖА НА МЕТЕОРОЛОШКИ СТАНИЦИ

Мрежата на метеоролошки станици на територијата на Република Македонија се дели на:

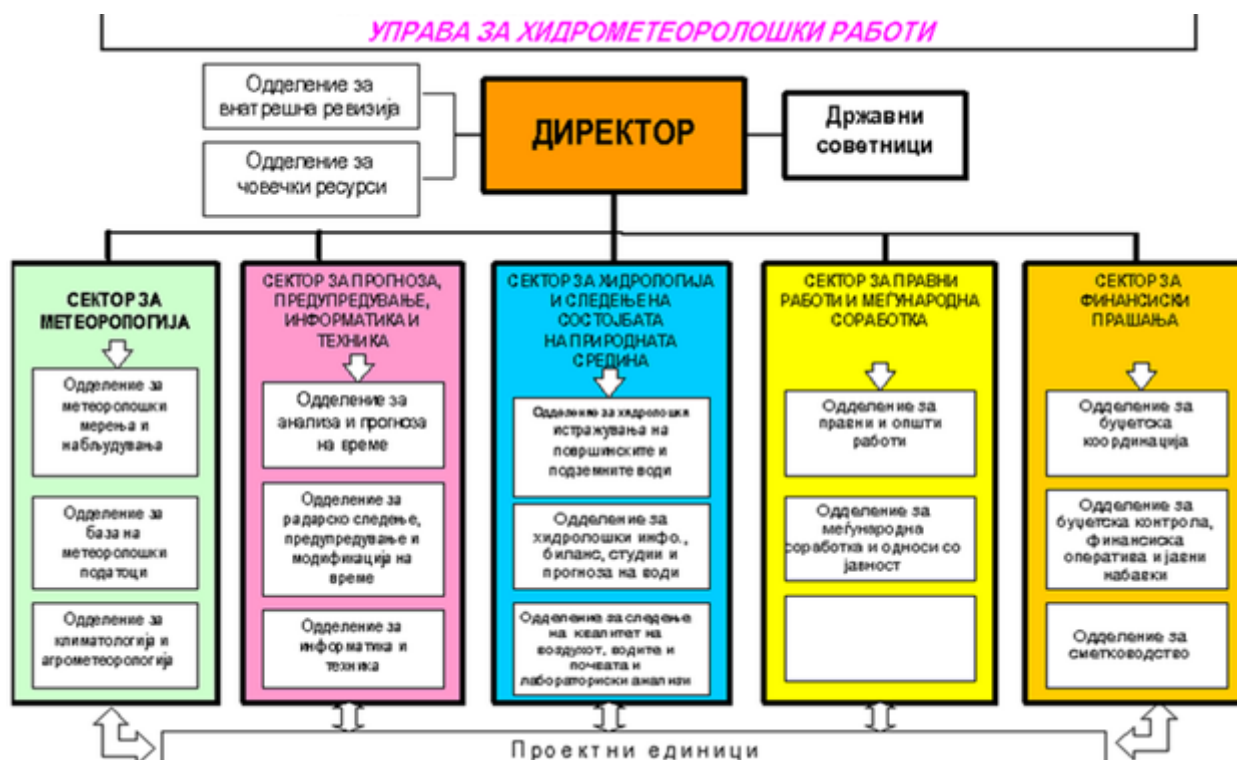
- *Основна мрежа на метеоролошки станици*
- *Дополнителна мрежа на метеоролошки станици*

Тоа е мрежа на метеоролошки станици правилно распоредени во хоризонтален и вертикален правец на соодветно подрачје и на различни надморски височини, така што да овозможуваат неопходен број податоци за следење и проучување на времето и климата и нивното влијание врз човекот и неговото работење.

Тоа се метеоролошките станици наменети за основните и општите потреби за проучување на времето и климата и нивната прогноза.

Основната мрежа на метеоролошки станици се состои од главни, обични, (климатолошки) и дождомерни станици.

Дополнителната мрежа на метеоролошки станици се состои од станици кои се поставуваат за потребите на различни корисници и служат за краткорочни и долгорочни намени кои не можат да бидат покриени со основната мрежа на метеоролошки станици.



Слика 7. Шема на организација на метеоролошката управа

## 11.ОРГАНИЗИРАЊЕ НА МЕТЕОРОЛОШКИ НАБЉУДУВАЊА

Метеорологијата е наука која се занимава со проучување на физичките процеси кои се случуваат во атмосферата. Основата за толкувањето на овој процес во атмосферата ги сочинува метеоролошките елементи. Под *метеоролошки елементи* се подразбира една атмосферска променлива или појава која ја карактеризира состојбата на атмосферата на одредено место и во одредено време. До вредностите на метеоролошките елементи се доаѓа со постапката набљудување.

**Метеорплошко набљудување** е процес или мерење на еден или повеќе метеоролошки елементи.

Во светот постои секојдневна потреба за метеоролошки податоци кои се користат за поединечни форми од метеоролошките истражувања и оперативна практика. Овие податоци се наоѓаат преку мрежите на набљудувачките станици, при што дефиницијата за мрежата на набљудувачките станици произлегува од наведените потреби и анализи за просторот и временскиот сооднос на атмосферските процеси кои се истражуваат.

Во оваа грижа нè носи Светската метеоролошка организација (СМО), специјализирана агенција на Обединетите нации, преку системот Светско метеоролошко набљудување (СМБ). Овој систем се состои од три потсистеми.

Тоа се: *Глобално набљудувачки систем (ГОС)*, *Глобално телекомуникациски систем (ГТС)* и *Глобален систем за обработка на податоци (ГСОП)*.

Барањата за набљудуваните податоци кои произлегуваат од временските и просторните соодноси на атмосферските процеси и појави кои се истажуваат. Класификацијата на метеоролошки феномени и шематска илустрација на просторните и временските соодноси за системот движење во атмосферата. Овие барања за набљудување податоци се класифицираат како:

а.глобални барања, кои се однесуваат на набљудување податоци кои се потребни за општ опис на метеоролошките појави и процеси планетарни и големи соодноси;

б.регионални барања, кои се однесуваат на набљудувачките потреби за целосно опишување на атмосферските процеси и појави планетарни и големи соодноси, како и за општ однос на појави и процеси со помал сооднос, и;

в. национални барања, кои ја одредуваат секоја земја во усогласеност со своите потреби.

1. *Мал размер* (помалку од 100 km; молња, локални ветрови, торнадо)

2. *Мезоразмер* (100-1,000 km; фронтови и облачни системи)

3. *Голям размер* (1,000-5,000 km; депресија и анти-циклонот)

4. *Планетарен размер* (повеќе од 5.000 km, на пример: долги бранови во тропосферите).

Во согласност со три видови на барање за набљудување на податоци постојат и три видови набљудувачки станици: глобална, регионална и национална мрежа.

Распоредот на станиците и фреквенцијата на набљудувањето се прилагодуваат на физичкиот размер и опишаните метеоролошки феномени.

*Глобална мрежа* се воспоставува за задоволување на потребите и се потврдува од страната на Комисијата СМО за основни системи. Програмата за набљудување во оваа мрежа треба да ги осигура метеоролошките податоци, кои ќе овозможат опишување на просторните и временските промени на метеоролошките феномени и процесот на големи и планетарни размери.

*Регионална мрежа* се воспоставува во усогласеност со регионалните барања и нивниот состав го одредува регионалната асоцијација.

Национална мрежа се воспоставува, главно, за задоволување на сопствените интереси. Меѓутоа, при изградувањето на овие мрежи треба да се води сметка и за барањата за завршување на глобалните и регионалните мрежи. Набљудувачките мрежи за процесите на глобалните и регионалните размери ги потврдуваат соодветните органи на СМО.

### **Потсистеми на глобалното набљудување на системите**

Глобалниот набљудувачки систем има задача да ги осигури метеоролошките и другите соодветни податоци кои се неопходни за оперативните и истражувачките цели, има два потсистема: 1-копнен и 2-космички потсистем. Главни елементи на копненото набљудување во потсистемот се:



- регионалната основна синоптичка мрежа,
- други мрежи на синоптичка станица и авионски метеоролошки станици

Регионалната синоптичка мрежа се состои од утврдени регионални асоцијации, а државите имаат обврска да ја воспостават. Инаку регионалната синоптичка мрежа се состои од:

- висинска и земјина мрежна станица.

Главната копнена станица треба да биде поставена на растојание не повеќе од 300 км. Тоа се однесува и на станицата во регионалната основна синоптичка мрежа. Фиксната и мобилната станица на море, треба да обезбеди од суштинско значење метеоролошки и океанографски податоци на критични места или морски области.

Освен наведените елементи, постојат и други елементи од копнениот потсистем. Тоа се:

**Мрежа за воздушна метеоролошка станица,  
станција на истажувачки и специјални бродови,  
климатолошка станица,  
агromетеоролошка станица и  
специјална, станица.**



Слика 8. Мрежата на наведените станици

Мрежата на наведените станици се воспоставува за потребите на одредени држави, но според нормите кои ги потврдува Светска метеоролошка организација и меѓувладина океанографска комисија.

Станиците во мрежите треба да бидат поставени на местото кое овозможува соодветна изложеност на инструментите и задоволувачко инструментално набљудување.

Во зависност од видот на станицата, постојат и различни програми на набљудување.

Приземно набљудување на главните копнени станици вклучува набљудување: во сегашно време, минато време.

- *правецот и брзината на ветерот,*
- *облачноста, видови на облаци,*
- *висината на центарот на облакот,*
- *светлина,*
- *температура на воздухот,*
- *влажност на воздухот,*
- *атмосферскиот притисок,*
- *тенденцијата на притисокот,*
- *карактеристиките на тенденцијата на притисокот,*
- *високи температури на воздухот,*
- *количина на врнежите,*
- *почвата,*
- *правец на движење на облаци и специјални појави.*

На океанографските метеоролошки станици, приземното синоптичко набљудување ги опфаќа набљудувањата на следните елементи:

- *Сегашното време,*
- *минатото време,*
- *правецот и брзината на ветерот,*
- *облачност,*
- *вид на облаци,*
- *висината на центарот на облакот,*
- *светлина,*
- *температура на воздухот,*
- *влажност на воздухот,*
- *атмосферски притисок,*
- *тенденција на притисокот,*
- *брзина и работа на бродот,*
- *температурата на морето,*
- *правец на движењето на брановите,*
- *период на бранови,*
- *висина на бранови,*
- *лед во морето и специјални појави.*

#### **На главните автоматски копнени станици**

Приземното синоптичко набљудување е составено од следните елементи:

- *атмосферски притисок,*
- *правец и брзина на ветерот,*
- *температура на воздухот,*
- *влажност на воздухот и врнежи.*

Во зависност од видот и снабденоста на станиците при набљудувањето можат да бидат вклучени и други елементи.

Висинското синоптичко набљудување означува набљудување на еден или повеќе од следните елементи:

- *атмосферски притисок,*
- *температура на воздухот,*
- *влажност на воздухот и брзина и правец на ветерот.*

### **На главните климатолошки станици**

Се набљудуваат следните елементи:

- *време,*
- *ветер,*
- *облачност,*
- *вид на облаци,*
- *висината на центарот на облакот,*
- *светлина,*
- *температура на воздухот (вклучувајќи ги и високите температури),*
- *влажност на воздухот,*
- *атмосферски притисок,*
- *врнежи,*
- *снежна покривка,*
- *зрак од сонцето и температура на земјата на една или повеќе од следните длабочини: 2 см, 5 см, 10 см, 20 см, 50 см, 100 см, 150 см и 300 см.*

На обичните климатолошки станици набљудувањето на високите температури на воздухот и количините на врнежи и, ако е можно, некои претходно спомнати елементи.

### **На агрометеоролошките станици**

Програмата за набљудување ги опфаќа некои или сите елементи на физичката средина, а тоа се:

*а.температура и влажност на воздухот на различни нивоа во слоевите блиску подлогата (од површината на земјата до околу 10 м висина каде преовладува вегетацијата), вклучувајќи ги високите вредности на овие елементи;*

*б.температурата на земјата на длабочина од 2 см, 5 см, 10 см, 20 см, 30 см, 50 см и 100 см и на дополнителните длабочини за посебно наменетите и во шумските области;*

*в.влажност на земјата (содржината на водата) на различни длабочини;*

*г.турбуленција и мешање на воздухот во долните слоеви (вклучувајќи го мерењето на ветерот на различни височини);*

*д-хидрометеори (дожд, снег) и други фактори кои влијаат на влажноста (град, роса, магла, испарување на земјата и слободна водена површина, транспирација на растенијата и влијанието на водата, и*

*ѓ-траење на сончевиот сјај и зрачење.*

Програмата за набљудување на агрометеоролошките станици ги опфаќаат и набљудувањата од биолошка природа, и тоа:

**а-фенолошко набљудување;**

**б-набљудување на развојот на растенијата (спрема барањата за воспоставување биоклиматски односи);**

**в-набљудување на квалитетот и кванитетот на приносот од житните и сточните производи;**

**г-набљудување на штетите во кое време им се нанесуваат на растенијата и животните (штетно влијаат мраз, град, поплава, суша) и**

**д-набљудување на штетите предизвикани од растителните болести, штетници и загадување на воздухот.**

На специјалните метеоролошки станици се извршуваат следните набљудувања: облаците и хидрометеорите помагаат при работата, зрачењето, атмосферата, температурата на воздухот, ветерот и густината на воздухот на големите височини, основни загадувања и променливи во планетарен граничен слој.

Во рамките на космичкиот дел, метеоролошките станици се поделени на две групи: ***едната ги прави сателитите во орбити над поларните области, а другиот сателит во геостационарна орбита.***

Земскиот дел прави различни станици со различни функции. Од една страна се големите централни станици за собирање на обработката на податоци, а од друга страна се инсталациите кои се опремени со различни корисници.

**Време и фреквенција на набљудување** - Времето и фреквенцијата на набљудување се потврдени врз основа на следење на промените или развој на метеоролошките елементи или атмосферски феномени. *Средно гранично време* (СГВ) е таканаречено зонско време кое важи за сите земји во Западна Европа која лежи приближно помеѓу 7,5 степени западно и 7,5 степени источна должина. Тоа време е меѓународно освоено како Светско време (СВ).

*Службено часовно време* е онаа време според кое се изедначуваат часовниците во нашата држава. Тоа време е наречено Средноевропско време (СЕВ) или поточно средно средноевропско време. Тоа е наречено зонско време кое важи за сите земји во Средна Европа кои лежат приближно 7,5 и 22,5 степени источна должина.

Времето се бележи со четирицифрен број, на пример: 0015,0720, итн. Средното гранично време заостанува помеѓу Средноевропското време за еден час. На пример, кога е во Средна Европа 07<sup>00</sup>, во Западна Европа е 06<sup>00</sup> часот.

**Месно (локално) време** (МВ)-или поточно средно локално време се добива кога од службеното часовничко време се одземе или се додаде толку минути колку е што му потребно на сонцето во своето предвидено вртење да помине пат од соодветните страници. Бидејќи сонцето за еден час поминува 15 степени, а за едена временска минута 15 минути географска должина, тогаш е лесно да се пресмета локалното време на секое поединечно место.

**Право сончево време** - Времето кое се одредува според очигледното поместување на Сонцето, земајќи за пладне момент кога средината на Сонцето се наоѓа над јужната точка на хоризонтот. Во тој момент сенката на исправениот ступ паѓа точно накај север.

Вистинското сончево време се разликува од службеното и од Средното локално време, и тоа од причина што е во тек со годините за правилното движење на Сонцето по небото нерамномерно, додека точните мислења одат рамномерно. За тоа, ниту вистинското Сонце напладне не исчезнува во исто време (по службеното време), туку некогаш порано, никогаш подоцна.

**Главни стандардни термини** - за приземното синоптичко набљудување се 0000, 0600, 1200 и 1800 СГВ, а *стандардните меѓутермини* се 0300, 0900, 1500 и 2100 СГВ. На главните копнени станици синоптичкото набљудување се извршува осум пати дневно во главни и стандардни меѓутермини.

На телефонските станици приземното синоптичко набљудување се прави во главните стандардни термини, а ако е можно и во стандардните меѓутермини.

На автоматските станици приземно синоптичко набљудување се прави најмалку во главните стандардни термини.

Стандардното време по височина синоптички набљудувања е 0000, 06<sup>00</sup>, 12<sup>00</sup> и 18<sup>00</sup> СГВ. На висина на синоптичките станици, повеќето набљудувања треба да бидат четири пати на ден во стандардна временска висина на синоптичко набљудување. На една висинска синоптичката станица висината на набљудување треба да се прави најмалку во 0000 и 12<sup>00</sup> СГВ. Набљудувањето на климатолкошките станици треба да се прави во одредени времиња дали според Средно гранично или според Месно (локално) време во 07<sup>00</sup>, 14<sup>00</sup> и 21<sup>00</sup> час.

## 12. ФЕНОЛОГИЈА И ФЕНОМЕТРИЈА

Фенолошките набљудувања се вклучени во програмата за набљудување на метеоролошките станици бидејќи растенијата се најдобри индикатори на времето и климата. Овие набљудувања треба да се вршат на култивираните растенија, а по можност и на дивите растенија, бидејќи тие се вистински показатели за времето и за климата.



Слика 9. Фенолошки мерења

### Покрај вообичаените метеоролошки мерења:

- *Температура и влажност на почвата на различна длабочина*
- *Фенолошко следење (следење на фазите на развој на растенијата)*

Фенолошките набљудувања е неопходно да бидат прикажани за пошироката околина. Најповолна положба е рамен терен или терен со благ наклон.

За фенолошките набљудувања се избираат здрави и нормално развиени растенија. Набљудувањата се вршат на маркирани објекти на одреден вид и сорта.

**Под фенолошка фаза се подразбира надворешна промена на растението која настанува како резултат на внатрешните физиолошки и биохемиски процеси на растењето и развојот на растението.**

Фенологијата ги проучува законитостите на фазите во развојот на растенијата и на животните, и нивната зависност од факторите на надворешната средина. Се дели на:

**1-Фитофенологија:** Ги проучува фазите на развојот на растенијата од почетокот до крајот на вегетацискиот процес;

**2-Зоофенологија:** Која ги проучува појавите во развојот на животните;

**Фитофенолошки карти** се карти кои ја покажуваат просторната и временската законитост на појавата на фазата на растението. Имаат широка примена, особено во земјоделството.

**Изофени** се линии кои поврзуваат места во кои на ист датум се појавува фенолошката фаза.

Временскиот интервал за кој се извлекуваат изофените зависи од:

- *Размерот на картата;*
- *Густијата на податоците;*
- *Брзината на промената на фенофазите;*

- а. фенолошко набљудување на земјоделските и шумските култури и диви зелени треви;**
- б. набљудување на растењето на развојот на растенијата (работи со потврдени односи помеѓу физичака средина и промената на биомасата);**
- в. набљудување на квалитетот и квантитетот на приходот од земјоделските култури;**
- г. набљудување на директните штети на земјоделските (неправилното влијание на мразот, град, суша и поплава);**
- д. набљудување на штетите предизвикани на растениските болести и штетите доколку на нив влијаат метеоролошките услови;**
- ѓ. набљудување на промената на растението настанато поради загадување, и**
- е. набљудување на промените на растенијата настанати поради сулфурните дождови.**

За потребните фундаментални истражувања, зависно од проблемот, се прават и детални биолошки истражувања.

Основна единица за извршување на програмата за набљудување на потребните податоци од агрометеорологијата е агрометеоролошката станица.

### 13. ХИДРОЛОШКА СТАНИЦА ЗА ПОВРШИНСКИ ВОДИ

Оваа станица врши мерење на водостојот на одредени водотеци или акумулации. Мерењата се вршат секојдневно.



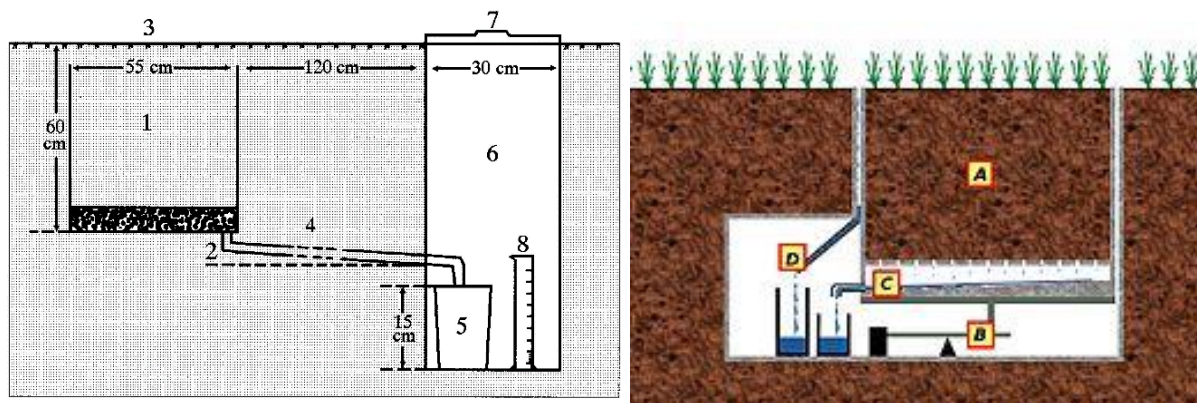
Слика 10. Мерење на проточни води

Предмет, задачи и методи на истражување во метеорологијата, климатологијата и агрометеорологијата. Хидролошка станица за подземни води.



#### 14. ХИДРОЛОШКА СТАНИЦА ЗА ПОДЗЕМНИ ВОДИ

##### Гарниеров испарувач (*Garnier*)



Слика 11. Мерења на нивото на подземните води. А) Гарниеров испарувач:

1. Метален сад; 2. Отвор; 3. Рамнина; 4. Спроводна цевка; 5. Бетонска комора;
6. Комора; 7. Метален капак; 8. Мензура.

Се состои од еден цилиндричен метален сад (1) чија висина е околу 60 см, а пречник 55 см. Цилиндричниот сад од едната страна е целосно отворен, а на другата страна на дното има тркалезен отвор (2). Цилиндарот се закопува во земјата така што неговиот отвор (3) да е рамен со површината на почвата. Од тркалезниот отвор (2) излегува една галванизирана цевка (4) од садот (5) кој се наоѓа во бетонирана комора (6). Оваа цевка е благо наклонета за водата низ неа лесно да тече. Комората (6) е нешто подлабока од цилиндричниот сад (1). Од горната страна комората е покриена со метален капак (7) кој спречува (1) навлегување на врнежите во садот (5). Цилиндричниот сад (1) на дното има слој на песок со дебелина од 7,5 см, додека останатиот слој е наполнет со земја од ист вид како што е околната почва.

Пред почетокот на употребата на овој испарувач е потребно почвата во испарувачот да се засити до нивото на полскиот капацитет. Тоа се постигнува со полевање на вода во цилиндричниот сад (1) до оној момент додека водата не почне да капе во садот (5). За да се спречи продирањето на честичките од песок низ цевката (4) на отворот (2) се поставува бакарна мрежа.

Читањето се врши секој ден во 19 часот СЕВ-на тој начин што со помош на мензура (8) се мери количината на вода  $Z$ , која за 24 часа се исцедила во садот (5). Количината на исцедена вода се изразува во мм или во  $\text{cm}^3$ . По завршеното мерење во цилиндричниот сад се налева нова количина вода  $Q$ , додека почвата во испарувачот се засити до полскиот воден капацитет. Исцедената вода од садот (5) не се истура, туку повторно се користи за долевање во цилиндричниот сад за да се спречи губењето на минералните материи во почвата.



Потенцијалното испарување  $E_p = R + Q - Z$ , каде што  $R$  е количина на врнежи во mm.

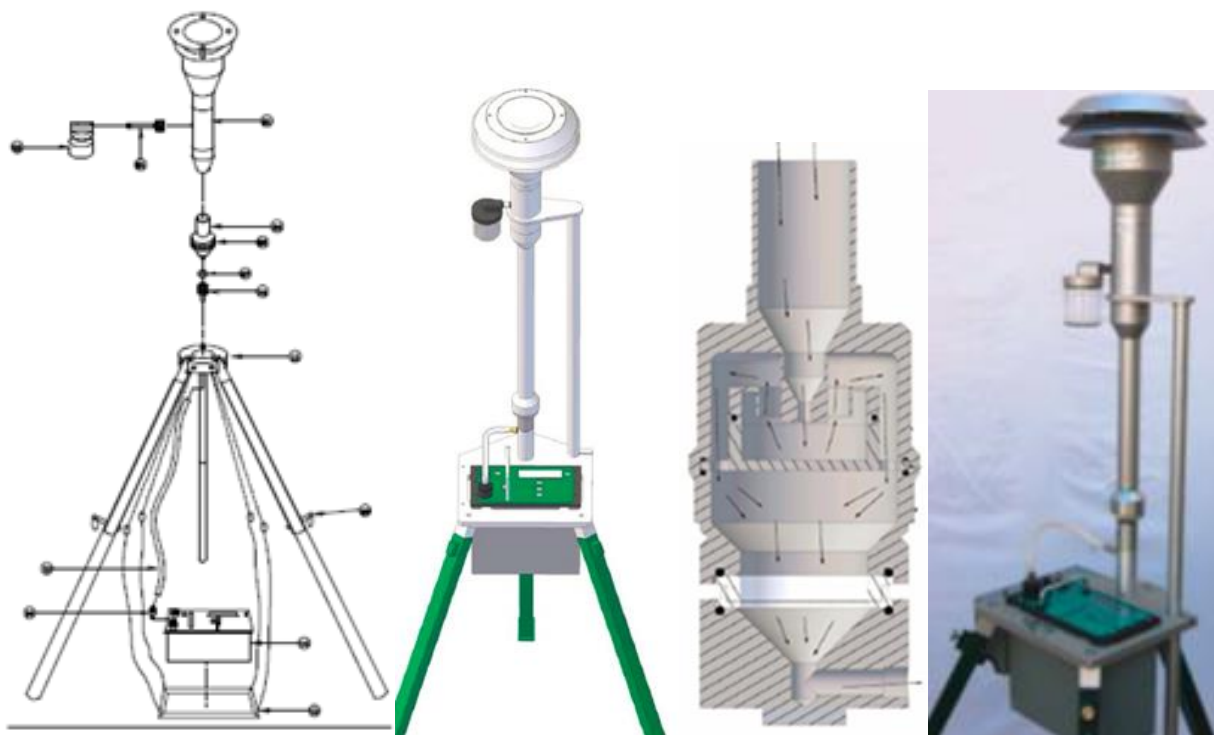
Подземните води лежат врз непропустливи слоеви од глина над кои, пак, се наоѓаат пропустливи слоеви од ситен песок и чакал. Во нашава земја има два типа подземни води: бунарски и артерски

## 15.ЕКОЛОШКА СТАНИЦА

Врши мерења на квалитетот на воздухот и неговата загаденост. Мерењата се вршат секојдневно.



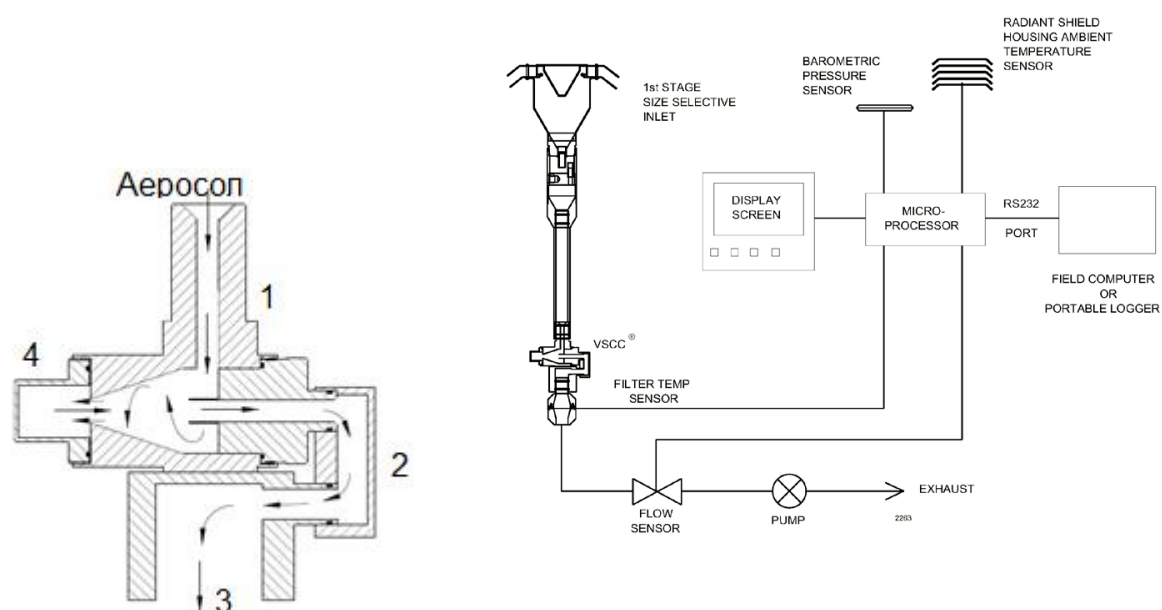
Слика 12. Загадувачи на воздухот



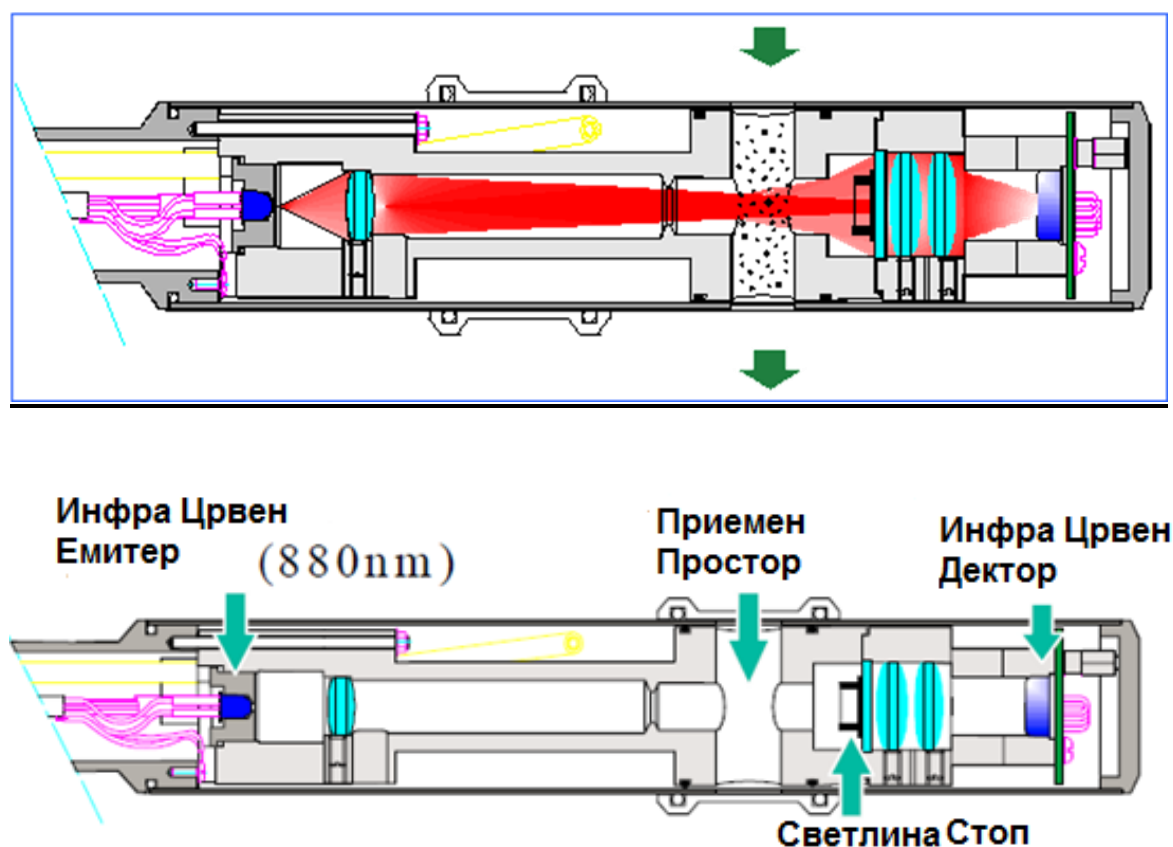
Слика 13. Мерење на загаденоста на воздухот

На PQ200 е микропроцесорски контролираинструмент, со волуметриски проток на воздух кој овозможува на секој објект да го стори тоа, способноста да се добие валиден примерок на воздух.

Покрај тоа, нуди можност за вршење на работа во области каде што нема електрична енергија на располагање; ова е постигнато преку внатрешна батерија и може да биде надополнета со надворешни батерии и сончевата енергија. Обновени податоци можат да се ракува со Windows софтвер сопствена.



Слика 14. А) Шема на циркулација на воздухот; Б) Шема на поврзанос на Аеросол



Слика 15. Составни делови на Аеросол



Слика 16. Мерач за мерење на загаденоста на воздухот MICRODUST pro Aerosol Monitoring System

Воздушни честички можат да се најдат во атмосфера во форма на прашина, чад, издувни гасови, полен и други аеросоли. Големи извори на честички во урбаните средини доаѓат од согорување на материјали, преработка, производство, енергија, моторни возила и др.

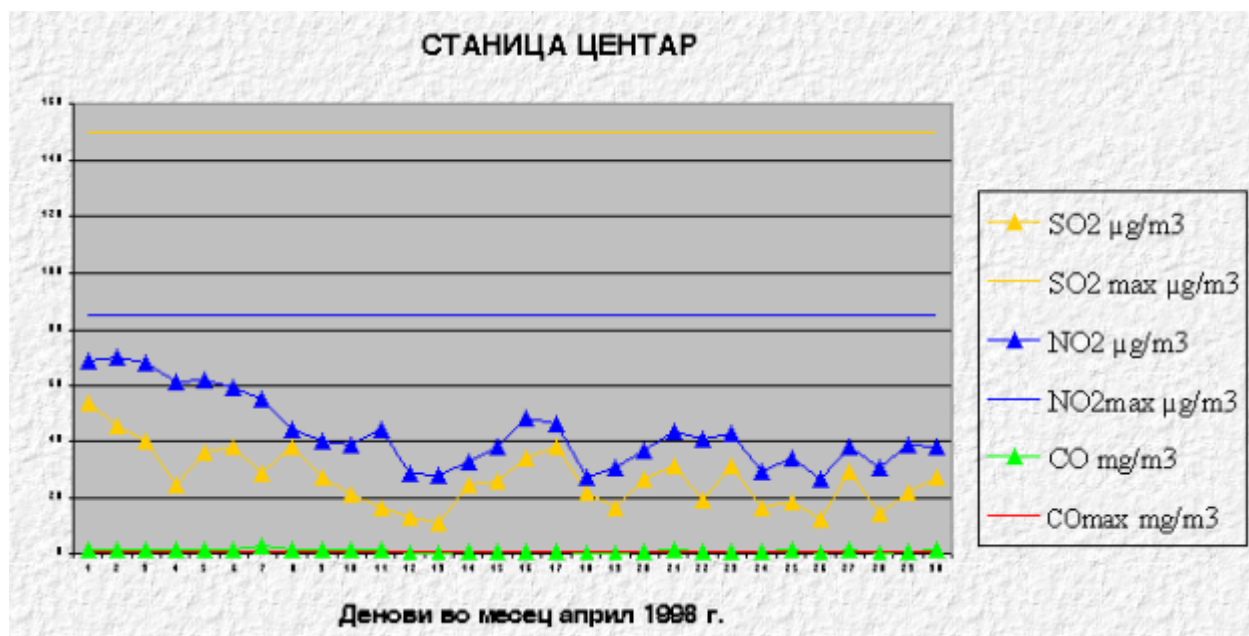
Штетните честички (прашина) ја намалуваат видливоста, ја контаминираат воздухот, луѓето вдишуваат токсични материи и имаат влијание врз продуктивноста на работникот. Тоа е, исто така, признаен како фактор кој придонесува за многу медицински состојби, вклучувајќи ја астмата, бронхитис и рак на белите дробови.

Традиционалните методи на гравиметриски мерења на прашина бараат значителен период за земање проби и не се прилагодени за евалуација на концентрација на трендови во реално време.

Тој е лесно пренослив и погоден за апликации.

Графички приказ на концентрацијата, внатрешните податоци, како стандарден, едноставен и кориснички интерфејс и дигитална калибрација.

Забелешка: врвови прикажани на графиконот се во просек во текот на интервалот на прекин и како последица може да бидат различни од максималната моментална вредност.



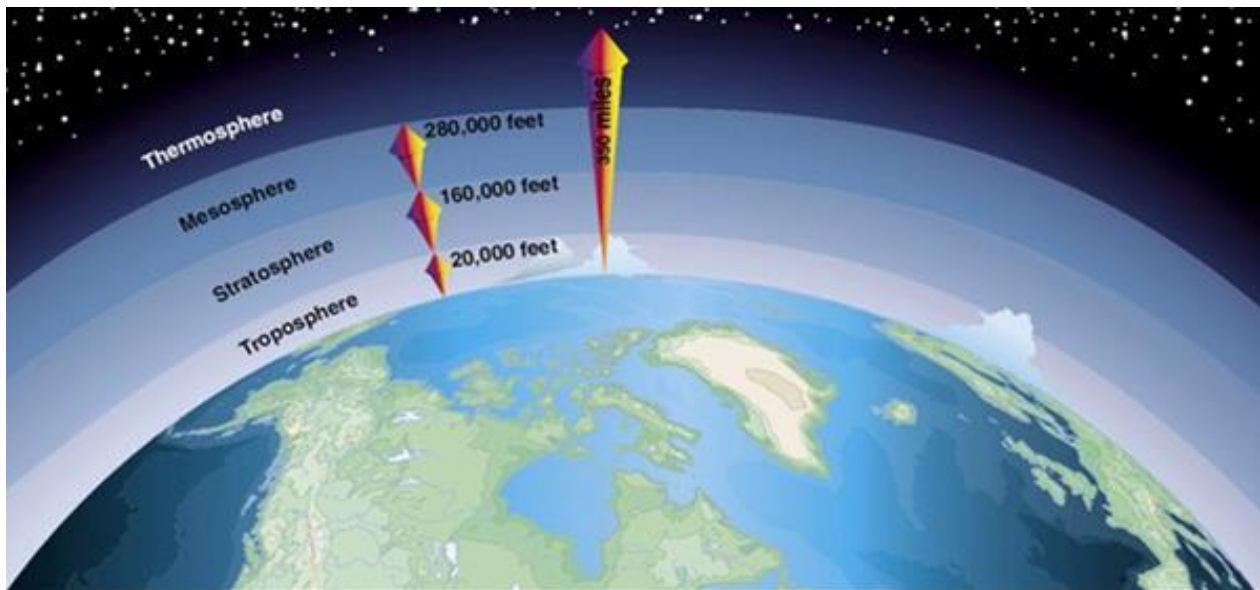
1) Дијаграм на загаденост на воздухот



1) Графикон за загаденост на воздухот

## 16.АТМОСФЕРА





Слика 18. Слоеви на атмосферата

Воздушниот „океан“ или атмосферата на чие дно ние живееме на земјината површина, ја опкружува Земјата од сите страни во висина од 1.000 и неколку стотини километри, но во многу разредена состојба. Човечкото знаење за атмосферата и атмосферските или метеоролошките појави постепено се развило во текот на многу векови.

Во поново време, развојот на нашето знаење за атмосферата е доста забрзано како последица на развојот на физиката и техничките изуми: голем број на метеоролошки инструменти и авторегистрирачки апарати и примена на метеоролошките и стратосферските балони, авиони и вештачки сателити, ракети и космички бродови снабдени со авторегистрирачки и метеоролошки апарати, со што е овозможено испитување на воздухот на големи висини над Земјата.

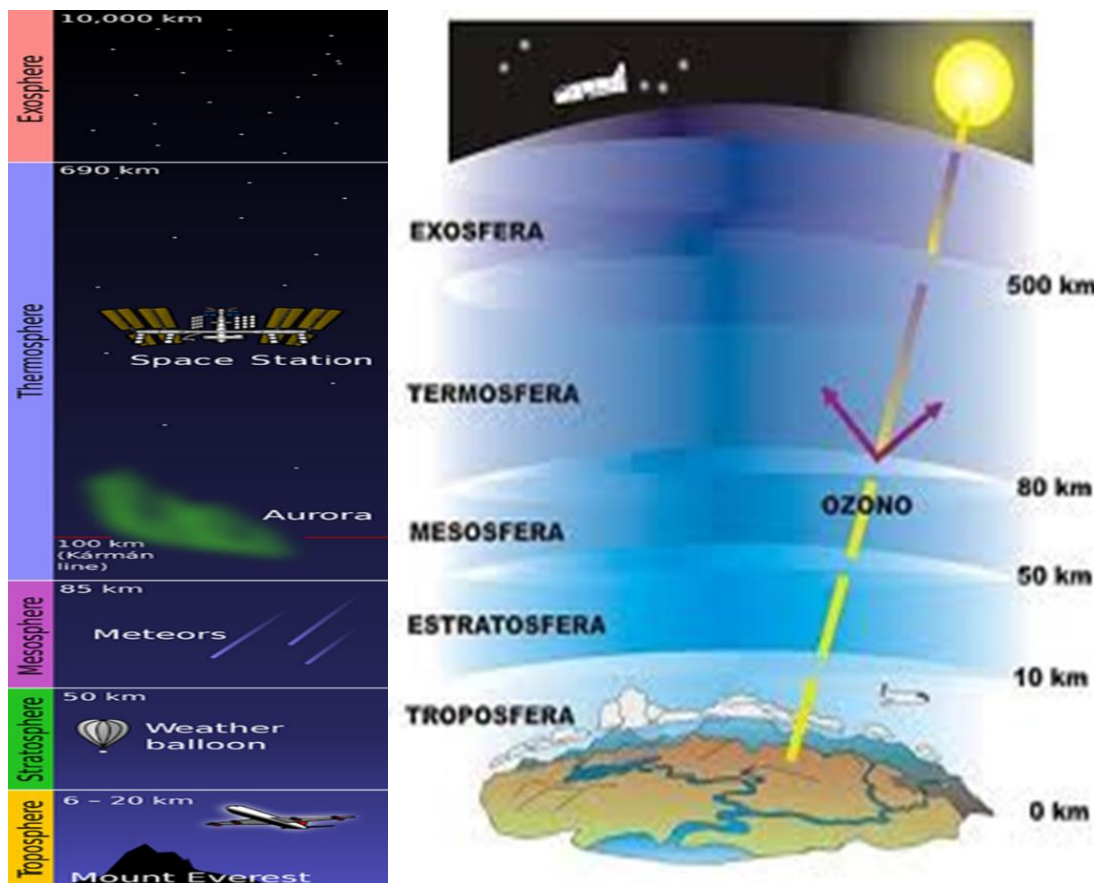
Меѓутоа, и покрај сестраното проучување на атмосферата, нашето знаење за атмосферските појави и процеси дури и во денешно време е непотполно затоа што полето на проучување на атмосферата е многу големо и сложено, а Меѓународната метеоролошка служба не располага со доволно мрежа на метеоролошки опсерватории и станици во високите планински предели, пустинските, степските и прашумските региони и половите на Арктикот и Антарктикот. Поради тоа, и покрај минимално постигнатите успеси во менувањето на времето според нашите потреби, но сè уште не е решен проблемот за долгорочна прогноза на времето и контрола на атмосферата.

Атмосферата, или воздушната обвивка на Земјата, има големо значење за животот и изгледот на нашата планета. Таа ја заштитува Земјата од преголемото загревање преку текот на денот и од преголемото ладење во текот на ноќта. Кога не би постоела атмосферата, дневното колебање на температурата на земјината површина би изнесувало околу 200 степени целзиусови. Освен тоа, таа овозможува кружење на водата во природата, а со тоа појава на на атмосферските и копнените води, како и постоење на жив органски свет.

Кога Земјата би била без атмосфера, изгледот на нашата планета би бил сосема поинаков. Најнапред не би постоел живот – живиот органски свет. Во релјефот на земјината површина не би имало никакви релјефни форми создадени со дејство на ветерот, речната или морската вода. Без атмосферата релјефот на Земјата би бил сличен на релјефот на Месечината на која нема ни воздух, ни вода, ниту живот.

Атмосферата претставува гасовита обвивка која ја опкружува земјата. Заедно со неа се движи околу својата оска и околу Сонцето. Поради тоа, атмосферата има ист облик како и земјата. Атмосферата има големо влијание врз процесите што се случуваат во биосферата, хидросферата, литосферата.

Атмосферата ја трансформира енергијата на сончевите зраци, ја задржува примената топлина, ја штити земјината површина од ладење, го намалува влијанието на сончевите зраци кои можат да имаат негативно дејство, го овозможува хидролошкиот циклус на земјата, го обезбедува неопходниот  $O_2$  и  $CO_2$ .



Слика 19. Граници и вертикална структура на атмосферата

Кај атмосферата јасно се одвојуваат долната и горната граница. Долната граница на атмосферата се наоѓа над површината на морето, над самото копно. Потешко се определува горната граница, односно физичката граница на атмосферата. Според најновите сознанија, висината на физичката граница на атмосферата над екваторот изнесува 35.711 km, а над половите 21.644 km.

Состав и поделба на атмосферата.

Атмосферата е составена од механичка смеса со повеќе гасови, меѓу кои најмногу се застапени азотот и кислородот, а потоа аргон, јаглерод диоксид и ретки гасови. Освен тоа, во составот на атмосферата има извесни количества водена пареа и ситни количества од прав.

Во приземните слоеви на атмосферата, азотот е застапен со 78%, а кислород со 21%. Од останатите гасови аргонот е застапен со 0,93%, јаглерод диоксид со 0,03%, додека ретките гасови (криптон, неон, водород, хелиум, озон) со многу мали проценти. Односот меѓу овие гасови е постојан и непроменлив само до извесни височини во атмосферата.

Меѓутоа, атмосферата не е потполно сува и чиста. Во неа секогаш има извесни количества водена пареа и цврсти честички од прав. Водената пареа застанува со испарувањето на водените површини, копното и растителниот покривач, а цврстите ситни честички од прав во атмосферата ги донесуваат ветровите од сувите пустински и степски предели.

Големи количества прав исфрлуваат вулканите и фабричките оџаци, а при големи шумски пожари во атмосферата, исто така, се депонираат големи количества дим, кој носи цврсти честички. Честичките од прав служат како јадро околу кое се собира водената пареа и се претвора во водени капки.

Потоа, тие капки паѓаат врз земјината површината во вид на врнежи од дожд. Долната граница на атмосферата ја чини површината на копното и на водените басени на Земјата. Нејзината горна граница лежи во височина од 4.000 – 5.000 илјади километри. Според термичката стратификација, то е структура на слоевите во височина, атмосферата се дели на пет основни слоеви: Тропосфера (0-18) km, Стратосфера (50-55) km, Мезосфера (80-85) km, Термосфера (800) km, Езосфера повеќе од (800) km.

Според температурата, атмосферата се дели на четири основни слоеви:

### **Тропосфера, стратосфера, мезосфера и термосфера.**

**Тропосфера** - претстаува најнискиот слој на атмосферата. Во неа метеоролошките услови се многу променливи. Во тропосферата се наоѓа околу  $\frac{3}{4}$  од вкупната маса на воздухот во атмосферата. Во тропосферата се разликуваат и некои други слоеви. Тропосферата го опфаќа приземниот, најгустиот слој на атмосферата. Нејзината маса изнесува приближно околку 75% од вкупната маса на атмосферата. Нејзината дебелина се движи од 8 km над поларните до 18 km над екваторијалните предели. Во неа се наоѓа околку 90% од вкупната маса на воздухот и целото количество на водена пареа.

Во тропосферата се одвиваат сите атмосферски појави:

Водениот циклус, циркулацијата на воздушните маси, создавање на облаците, врнежите итн. Многубројните појави и процеси во тропосферата имаат значајно влијание врз времето и климата над одредени области на Земјата.

- *Приземен слој - се наоѓа од површината на земјата до висина од 2 m. Во овој слој стануваат најголемите дневни промени на температурата.*



- Планетарен граничен слој - се наоѓа на висина меѓу 2 м и 1,5 km. Во овој слој дневните промени на температурата со зголемувањето на висината се губат.
- Сладната тропосфера - од 1,5 km до 11 km височина дневните промени на температурата на воздухот исчезнуваат.

**Стратосфера** - се наоѓа над тропосферата. Стратосферата е слој од атмосферата кој се простира над тропосферата до височина од 80 km. Воздухот во овој дел од атмосферата е доста разреден и сув. Затоа во неа небото е без облаци. Во оваа сфера има голема концентрација на озон.

**Овој слој на стратосферата се нарекува озоносфера (озонска обвивка). Озонот ги впира ултравиолетовите сончеви зраци, со што ја определува температурната структура на стратосферата, а со тоа ги заштитува и живите организми на Земјата од нејзиното штетно дејство. Меѓутоа, озоносферата во последно време, поради емисија на штетни супстанции, е загрозувана. Во стратосферата на висина од 20 до 30 km се наоѓа слој наречен Озоносфера. Озонот се создава од кислород под дејство на зраците со најмала бранова должина од ултравиолетовото зрачење.**

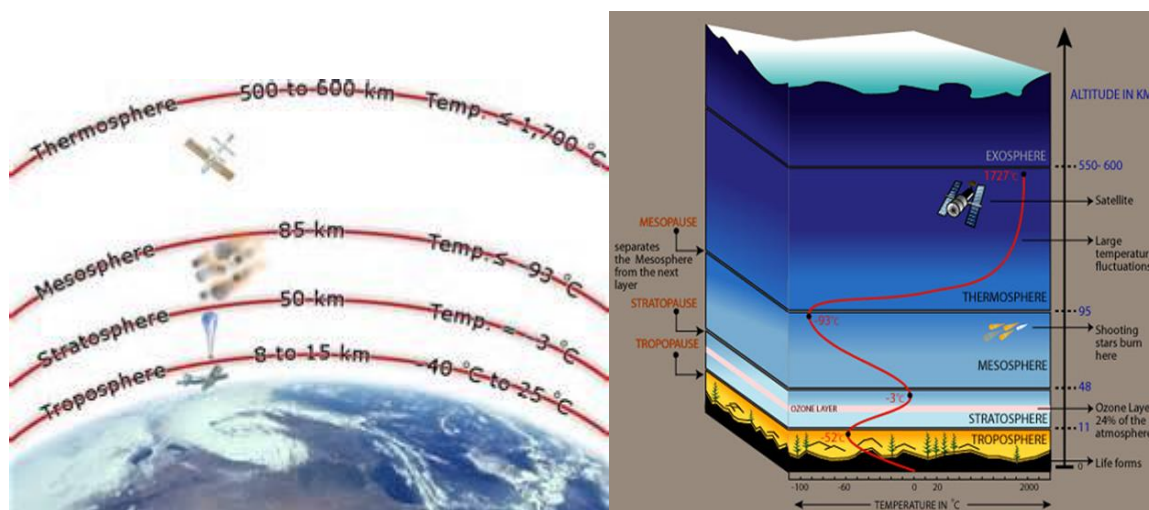
Се протега на висина до 50 km над земјината површина. Во овој слој температурата на воздухот со зголемувањето на надморската висина не се менува, или многу малку се зголемува, што значи дека постои инверзија. Во стратосферата постојат само адвективни воздушни струења поради што се нарекува адвективен појас.

**Мезосфера** – се наоѓа на висина од 50 до 80 km. Во тој слој вредноста на температурата на воздухот нагло се намалува, така што на горната граница на мезосферата температурата изнесува од -70 до -80°C. Мезосферата завршува со мезопауза, тенок слој од 10 километри.

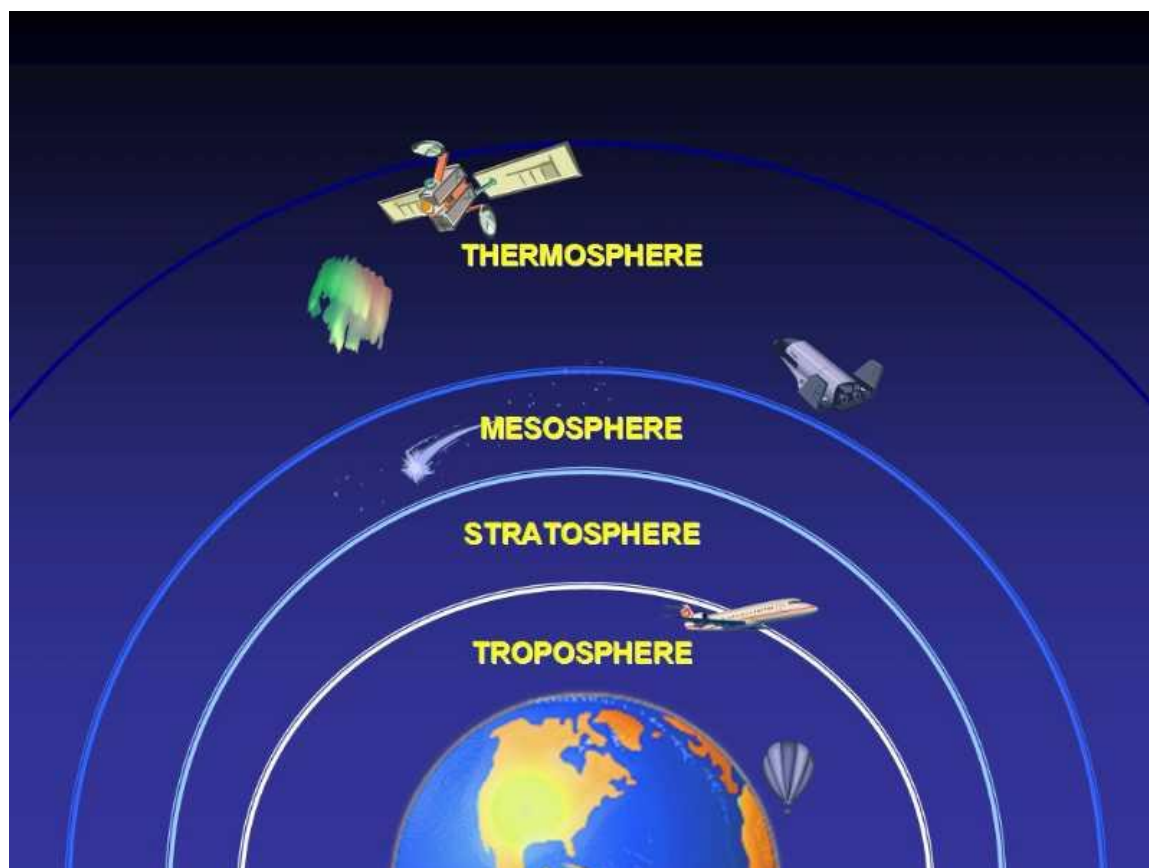
Стратосферата, заедно со мезосферата, е застапена со околку 20% во атмосферата.

**Термосфера и Егзосфера** - се протегаат над Мезосферата. Тие се последните слоеви. Егзосферата е највисокиот слој на атмосферата и се простира на височина над 1.000 km. Воздухот во оваа сфера е најразреден. Многу ретките воздушни честички се движат со голема брзина и не се судираат меѓусебно, а некои од нив навлегуваат и во меѓупланетарниот простор. Дел е од атмосферата, а се наоѓа на висина од 90 до приближно 800 km.

Во тој воздушен слој во текот на денот вредноста на температурата на воздухот постојано се зголемува, при што достигнува многу високи вредности (2.000 °C), а во текот на ноќта има вредност 1.000°C. Големото температурно варирање е предизвикано од сончевото зрачење.



Слика 20. Состав на атмосферата



Слика 21. Атмосферски слоеви

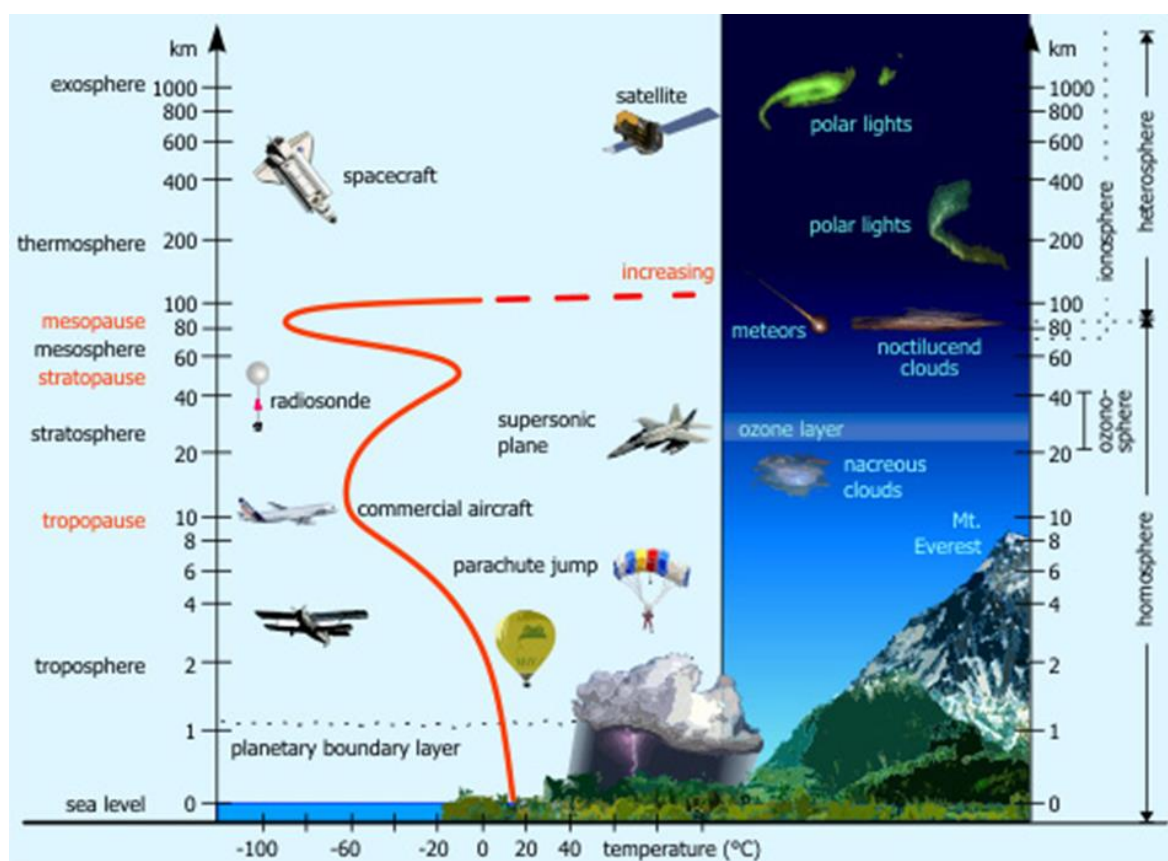
Атмосферскиот воздух претставува физичка смеса на одреден број постојани гасови, хемиски соединенија и разни цврсти, течни и гасовити додатоци. Постојаните гасови се константни во своите меѓусебни односи, а додатоците се многу променливи. Атмосферскиот воздух нема мирис, вкус, боја, не се гледа итн.

Атмосферата претставува колидно-дисперзен систем во кој гасовите имаат улога на растворувач, а ситните цврсти честички и водените капки се наоѓаат во воздухот, растворени се и се наречени колоидни честички, односно аероколоидни.

Аероколидните честички се делат на две груп, и тоа:

I-група, спаѓаат: кондензациските јадра и хидрометеорите

II-група, спаѓаат: неутралните честички, јоните, позитивните и негативните честички итн.



Слика 22. Состав на атмосферата

Атмосферата претставува смеса од различни гасови, Во атмосферата се застапени следните гасови:

### **АЗОТ- 78,09%**

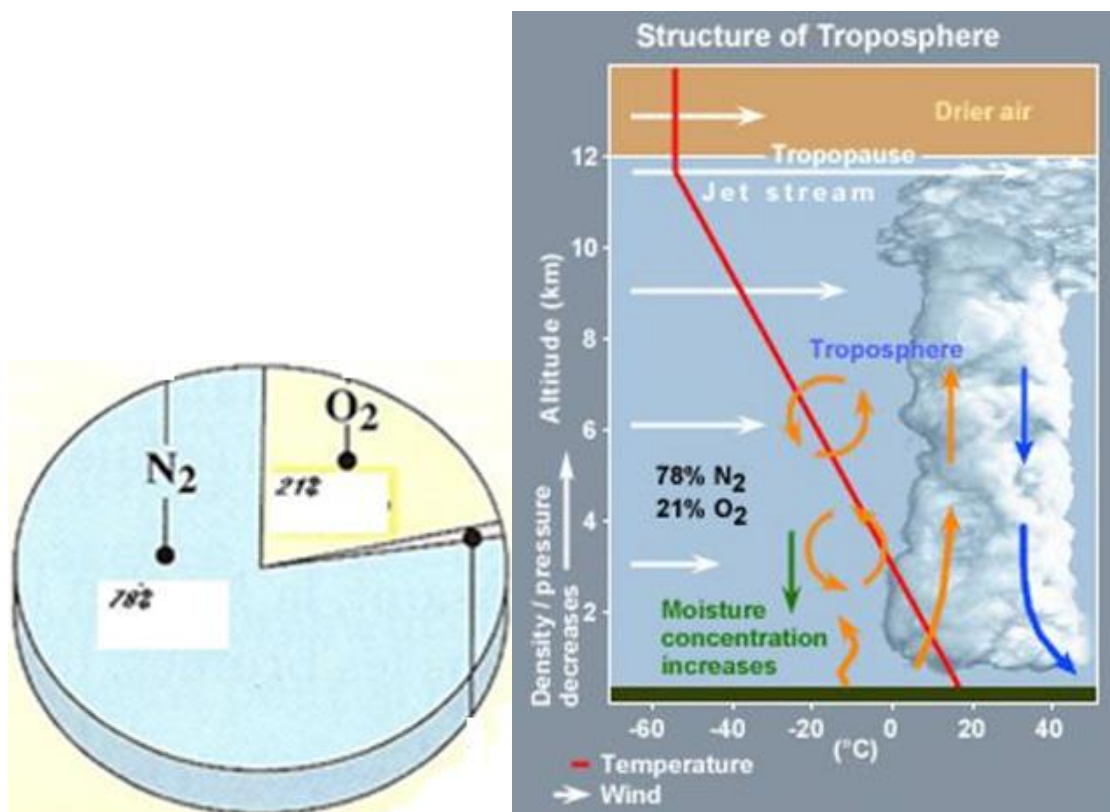
Азотот - е значајна состојка во составот на атмосферата (со најголемо количество) е доста важен зашто зазема главно место во некои биолошки процеси.

Тој претставува составен дел на многу органски соединенија, како што се белковините. Според тоа, без него не би можел да се замисли животот на Земјата.

Тој е инертен гас и тешко се соединува со другите состојки на атмосферата. Но под дејство на електрично празнење се соединува со водородот и кислородот, создавајќи азотни соединенија.

### КИСЛОРОД- 20,95%

Кислородот - влегува во составот на атмосферата и без него не би можел да се замисли животот на Земјата. Тој игра важна улога во согорувањето, како и при дишењето. Лесно се соединува со другите состојки и гради други соединенија. Врши лесно впивање на сончевото и земјиното топлото зрачење.



Слика 23. Процент на кислород и азот во Тропосферата

### АРГОН- 0,93%

Аргонот е гас сличен на азотот, но доста потежок. Нема некое поголемо значење како самостоен гас и многу го ослабува сончевото и земјиното зрачење. Тој се користи во некои индустриски процеси.

### ЈАГЛЕРОД ДИОКСИД- 0,035%

Е гасовито соединение кое главно е присутно секогаш и секаде во воздухот на пониската хомосфера, но количината му е многу променлива. Во поголеми количини го има ноќе кога не го користат растенијата за создавање на органски материи.

### -Неон- 0,0018%

**-Хелиум- 0,00052%**

**-Метан- 0,00014%**

**-Криптон- 0,00010%**

**-Азот оксид- 0,00005%**

**-Ксенон- 0,000009%**

**- Водород - 0,00005%**

Водородот, иако е во мали количества во атмосферата, учествува во многу важни соединенија и може да се смета како важна состојка на атмосферата.

Исто така, го впира сончевото зрачење и со тоа придонесува, тоа да доаѓа до земјината површина ослабено.

**ОЗОН- 0,000007%**

И покрај својата мала количина, озонот е еден од најинтересните и најзначајните состојки на атмосферата. Озонот апсорбира во просек 4% од сончевата зрачна енергија која проаѓа низ атмосферата.

Да го немаше ова дејство на озонот врз сончевата зрачна енергија, условите за живот на Земјината топка би биле поинакви. Молекулот на озонот се состои од три атоми на кислород. Настанува под дејство на сончево ултравиолетово зрачење.

Под дејство на тоа зрачење доаѓа до распаѓање на извесен број молекули на кислород на слободни атоми, истовремено под дејство на зрачењето доаѓа и до спојување на атоми и молекули на кислород, т. е. до формирање на озон.

Озонскиот слој во стратосферата апсорбира најголемиот дел од штетните ултравиолетови зрачења од брановите со должина 280-320 nm ( нанометри - тоа е милијардити дел од метарот).

Ако дојде до значително намалување на концентрацијата на озон во овој слој, може да дојде до сериозни биолошки пореметувања како последица на зголеменото краткорочно браново зрачење. Американската агенција за вселенски истражување – (NASA, National Aeronautics and Space Administration) проценува дека годишното намалување на концентрацијата на озон се движи до 1%.

Особено големо е намалувањето на озонскиот слој над Антарктикот, каде што во пролетниот период, во тропосферата се појавува т. н. озонската дупка со големина речиси до територијата на САД. Регистриран е и феноменот на зголемување на озонската дупка во најнискиот слој на атмосферата - тропосферата, и сето тоа влијае на климата, здравјето на луѓето и други организми од екосистемите.

### **Водена пареа**

Ја има во пониските делови на атмосферата. Воздухот на тропосферата и стртосферата не може да биде без вода, т. е. сув. Водената пареа се создава во воздухот од водата, која како што ни е познато, може да се јави во три агрегатни состојби, а со нејзиното испарување оди во атмосферата, додека во некои нејзини

физички особини успева да се врати на Земјата, и затоа количеството на водена пареа е многу мало.

Количината на водена пареа се смалува со зголемување на висината, така што главно е концентрирана во тропосферата. Количината на водената пареа се менува и со географската широчина. Таа зазема главно место при формирањето на облаците, хидрометеорите, електрометеорите.

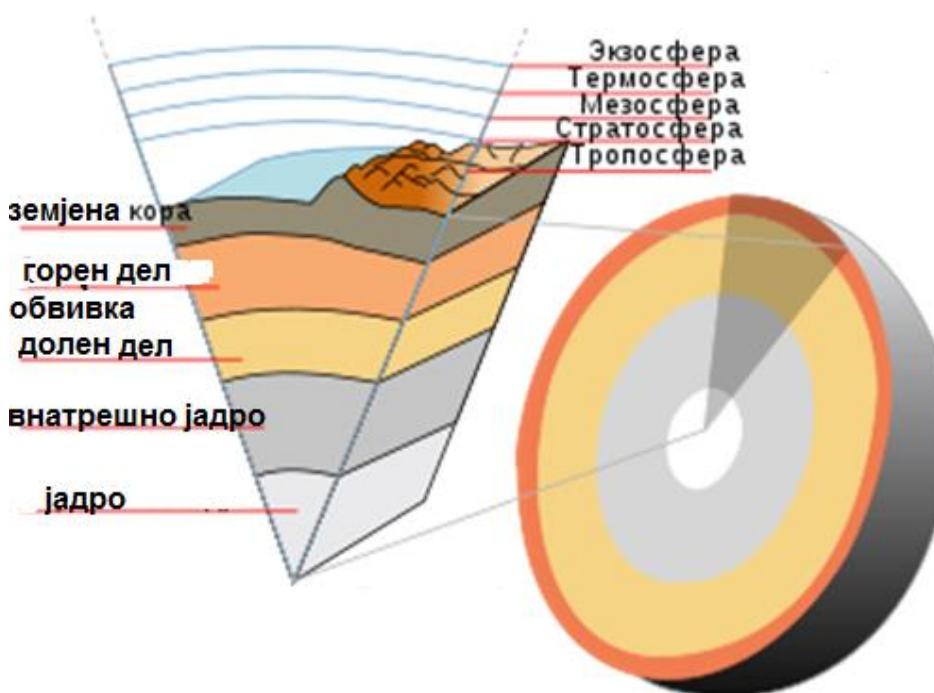
## 17. ВНАТРЕШНА ГРАДБА НА ЗЕМЈАТА

Слично како и кај другите земјовидни планети, внатрешноста на Земјата е поделена на повеќе слоеви:

Надворешна кора: континентална, океанска.

Земјина обвивка (**мантл**): горен дел на обвивката; долен дел на обвивката.

Јадро: надворешно јадро; внатрешно јадро (барисфера).



Слика 24. Состав на Земјата во длабочина

Температурата е една од седумте основни физички величини со која се карактеризираат топлинските појави и процеси, како и промените на состојбата на супстанциите. Температурата е директно мерлива величина. Таа претставува мерка за степенот на загреаноста на телата, што значи дека температурата е директно поврзана со физичката величина и количество топлина. Се означува со  $t$  или  $T$ .



Според молекуларната-кинетичка теорија, температурата е мерка за средната кинетичка енергија на хаотичното движење на микрочестичките во телата. Затоа, доста често хаотичното движење на структурните микрочестички во внатрешноста на телата го нарекуваме топлинско движење. Ако настанува промена (на некој начин) на средната кинетичка енергија на внатрешното хаотично движење, истото се манифестира како промена на температурата на даденото тело. Ако молекуларниот хаос е подинамичен, температурата на даденото тело е повисока.

Кај гасовите, температурата, како и притисокот, е статистички поим. Тоа значи дека за температура на дадена супстанција може да се зборува само ако неа ја прават голем број микрочестички. Нема никаква смисла да се зборува за температура на еден атом или молекул.

Најважната појава преку која се одредува температурата е топлинската рамнотежа меѓу две или повеќе тела. Таа е дел од општиот поим термодинамичка рамнотежа. Еден од главните начини за нарушување на оваа рамнотежа е температурната разлика во почвата.

## 18.ТОПЛИНА

Под поимот топлина се подразбира еден вид на енергија која настанува од внатрешното движење на молекулите. Под поимот температура се подразбира топлинската состојба на некое тело. Таа има квалитативна вредност, а се изразува во степени. Загревањето и ладењето на земјината површина и нејзините слоеви зависат од:

*Волуменската специфична топлина на земјата, спроводливоста на топлината и температурата, пропуштањето на сончевото зрачење, од температурните разлики во одделни слоеви на земјата.*

**Еден од основните и главни придвижувачи на сите атмосферски процеси во атмосферата е топлинската енергија.**

Со познавање на промената на топлината во составот на земјината површина и атмосферата можат целосно да се разберат и промените на времето и климата.

Најголем дел од топлината која се јавува во системот Земја - атмосфера доаѓа од Сонцето во облик на електромагнетни бранови. Помеѓу атмосферата и подлогата, на граничната површина, непрекинато се разменува топлина која или се одведува во повисоките слоеви од атмосферата или, пак, во подлабоките слоеви од подлогата.

Оваа гранична површина е на некои места остро дефинирана или претставува преодна површина која зависи од височината на вегетацијата преку кој слој, таканаречен „активен слој на подлогата“, проаѓаат различни текови на енергии, како што се:

*Сончевото кратkobраново зрачење, размена на топлината кон поголемите длабочини во подлогата и во поголемите височини на атмосферата.*

*Во тој случај, топлинската енергија се троши на процесите на фотосинтеза, евапотранспирација, како и акумулирање на топлинската енергија во растенијата.*

*Еден дел од топлинската енергија се користи за загревање на површината на копното.*

*Брзината на загревањето и ладењето на копното зависи од спроводливоста на топлината.*

*Со апсорбирање на сончевите зраци водените површини се загреваат. Но дел од таа топлина испарува.*

Односот помеѓу топлината и температурата е искажан преку следните физички закони:

**-Количеството на топлина кое е неопходно за загревање на телата зависи од нивната природа.**

**-Таа е пропорционална на масата на телото.**

Активен слој на земјата, годишната амплитуда, географска ширина, надморска висина, облачноста, природната покривка, експозицијата, физичките својства на почвата.

**Копното брзо и силно се загрева, но исто така брзо и силно се лади.**

Овој заклучок посебно се однесува на површинскиот слој на земјата. Водата е дијатермна. Таа ги пропушта сончевите зраци до големи длабочини. Навлегувањето на сончевите зраци во текот на денот се чувствува до длабочина од 20 m.

## 19. ПОИМ ЗА ТЕМПЕРАТУРА И ТОПЛИНА

Температура претставува топлинската состојба на некоја материја или на некоја определена средина. Таа зависи од количеството топлина кое се наоѓа во неа, како и од нејзината маса или нејзиниот волумен. Една од физичките особини според која се разликува материјата е т. н. специфичен топлински капацитет ( $C_t$ ) и зафатнинскиот топлински капацитет ( $C_v$ ).

***Специфичниот топлински капацитет ( $C_t$ ) претставува количество на топлинска енергија кое е потребно да се доведе на единица маса на некоја материја за да ѝ се промени температурата за  $1^\circ\text{C}$ .***

***Зафатнинскиот топлински капацитет ( $C_v$ ) претставува количество на топлинска енергија кое е потребно за да се доведе на единична зафатнина на некоја материја за да ѝ се промени температурата за  $1^\circ\text{C}$ .***

Втора важна физичка особина, која е од посебно значење за ладењето и загревањето на подлогата е топлинската проводливост. За нејзино определување се користи коефициент на топлинска проводливост кој е еднаков на количеството на топлинска енергија која во временски период од 1 минута поминува 1 m височина од



разгледуваната материја во пресек од  $1\text{m}^2$  при разлика на температурата помеѓу нејзината долна и горна граница од  $1^\circ\text{C}$ .

### **Загревање и ладење на копното, водената површина и приземниот слој на воздухот**

Температурата на воздухот спаѓа меѓу најглавните елементи на времето и климата. Таа зависи непосредно од подлогата над која се наоѓа, бидејќи воздухот се загрева од самата подлога, а сосем мал дел од сончевото зрачење.

Топлинската енергија која ја прима земјиштето и водената површина не се шири со струење, туку продира во длабоките слоеви со пренесување. Тој процес е многу спор, затоа што пренесувањето на топлината кај различни типови на земјиште е многу мала.

За промената на температурата на копното од големо значење се физичките особини на копното:

*а)-специфичната топлина на составните делови на копното е релативно мала*

*б)-копното многу добро го апсорбира сончевото зрачење, а мал дел го рефлектира*

*в)-копното пренесува мало количество на зрачна енергија во длабоките слоеви, па затоа најголем дел од топлината се користи на загревање на површинските слоеви.*

Водените површини многу добро го апсорбираат сончевото зрачење. Дел од сончевото зрачење кое доаѓа до водената површина се враќа назад во атмосферата, а дел останува во водата и се троши на загревање и ладење на површинските делови од водената површина.

Водата е слаб спроводник на топлина кој најчесто ја пренесува преку молекуларно спроведување, во споредба со копното. Така топлинската енергијата се пренесува во подлабоките слоеви до длабочина од 40 см во текот на денот.

Загревањето и ладењето на воздухот се врши најмногу на земјината површина, од што произлегува дека и промената на температурата на воздухот ќе зависи од температурните промени на подлогата над која се наоѓа воздухот. За да се објасни ова треба да се изнесат некои физички особини на воздухот кои влијаат на неговото загревање:

*—чистиот и сув воздух во долните слоеви скоро потполно ги пропушта сончевите зраци, а притоа воопшто не се загрева;*

*—бидејќи воздухот е лош спроводник на топлина, спроведувањето на топлината бавно се пренесува;*

*—бидејќи воздушните честички брзо се движат и мешаат, температурната разлика им се изедначува.*

**Загревањето на воздухот од подлогата се врши на следниот начин:**

-со споро молекуларно спроведување на топлина од подлогата кон честичките воздух

-со непосредно проаѓање на долгобрановите зраци низ воздухот кои ги испушта земјата како топлотни зраци, а воздухот ги апсорбира и се загрева

-со конвективно струење на воздушните маси

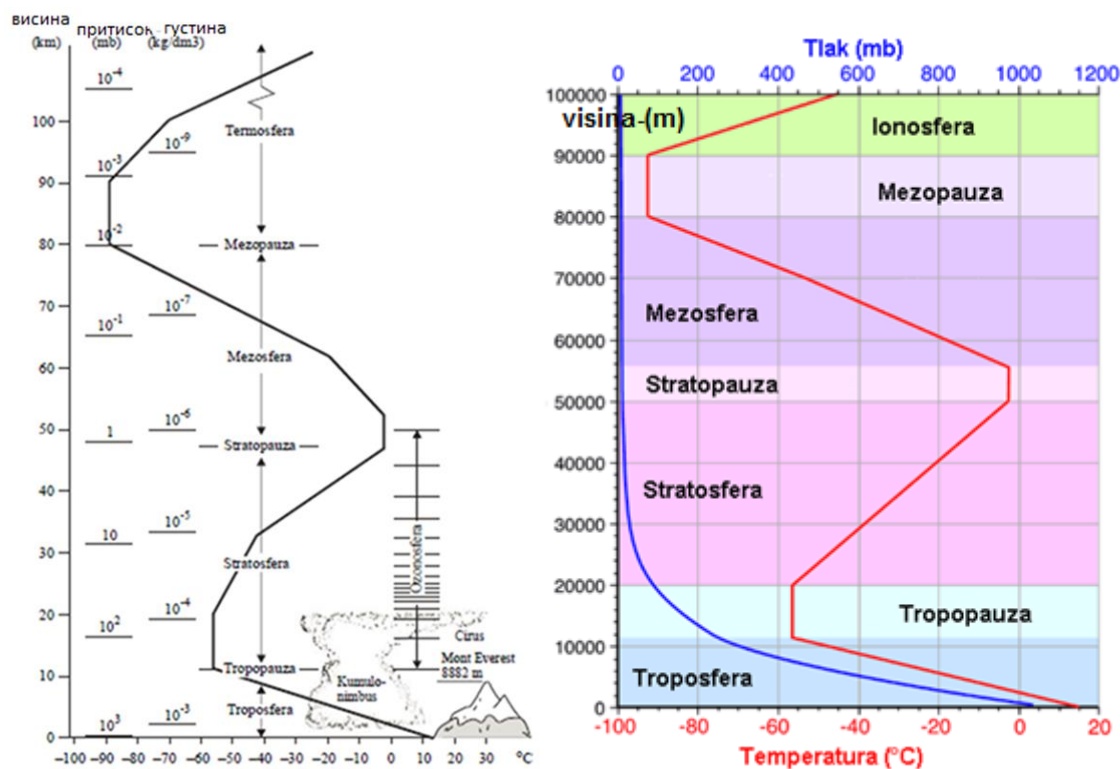
-со турбулентно движење на воздушните маси

-со адвективно движење на воздушните маси

-со испарување на водата од земјината површина

**Количината на топлина што Земјата ја зрачи зависи од повеќе фактори, и тоа:**

Од должината на денот и ноќта, од годишното време, од релјефот и карактерот на земјиштето, од географската широчина, од надморската височина и од облачноста.



Слика 25. Промена на температурата на воздухот во атмосферата со оддалечување од земјата

**Температурата со височината опаѓа поради следното:**

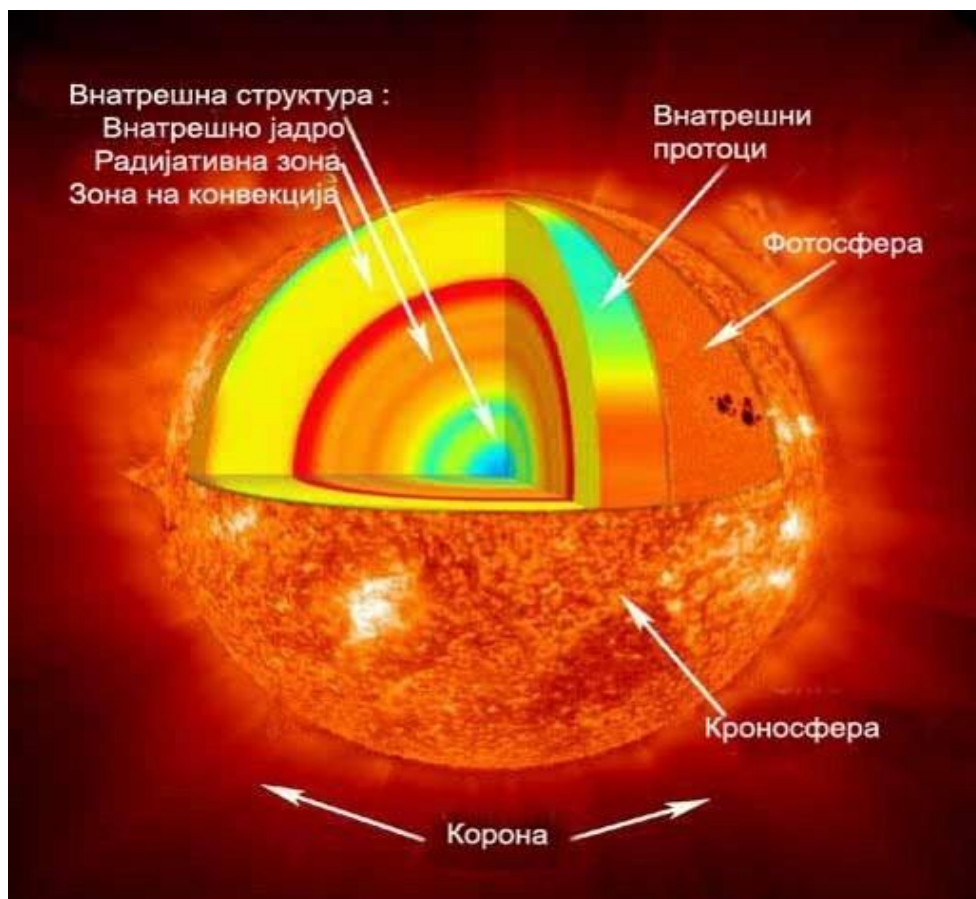
а) со височината во воздухот се смалува содржината на прашина и другите честички кои ја апсорбираат топлината од сончевото зрачење.

б) воздухот на височина има поголема апсорпциска моќ на зрачна енергија и таа се менува пропорционално со густината на воздухот, додека пак, густината со височината се смалува.

в) топлиот воздух загреан од подлогата се издигнува, доаѓа до пореткиот воздушен слој, се шири и оладува.

г) земјината површина која се загрева од сончевите зраци, а која од своја страна го загрева приземниот воздух, со височината се намалува.

## 20. СОЧЕВО ЗРАЧЕЊЕ, ЗЕМЈИНО ИЗЗРАЧУВАЊЕ И ПРОТИВЗРАЧЕЊЕ НА АТМОСФЕРАТА



Слика 27. Градба на Сонцето

### Температура (загревање) на атмосферата

Сонцето, кое во просторот зрачи огромна енергија во вид на топлотни светлосни зраци, претставува главен извор на загревање на атмосферата. Меѓутоа, таа не се

загрева директно од сончевите зраци бидејќи ги пропушта, а задржува само дел од топлата енергија што поминува низ неа.

Сончевите зраци што достигнуваат до земјината површина најпрво ги загреваат копното и водите, потоа загреаните копнени и водени површини ја зрачат насобраната топлина и со неа го загреваат воздухот, најпрво се нагрева оној воздух во повисоките слоеви. Затоа, воздухот што се наоѓа поблизу до земјината површина е потопол.

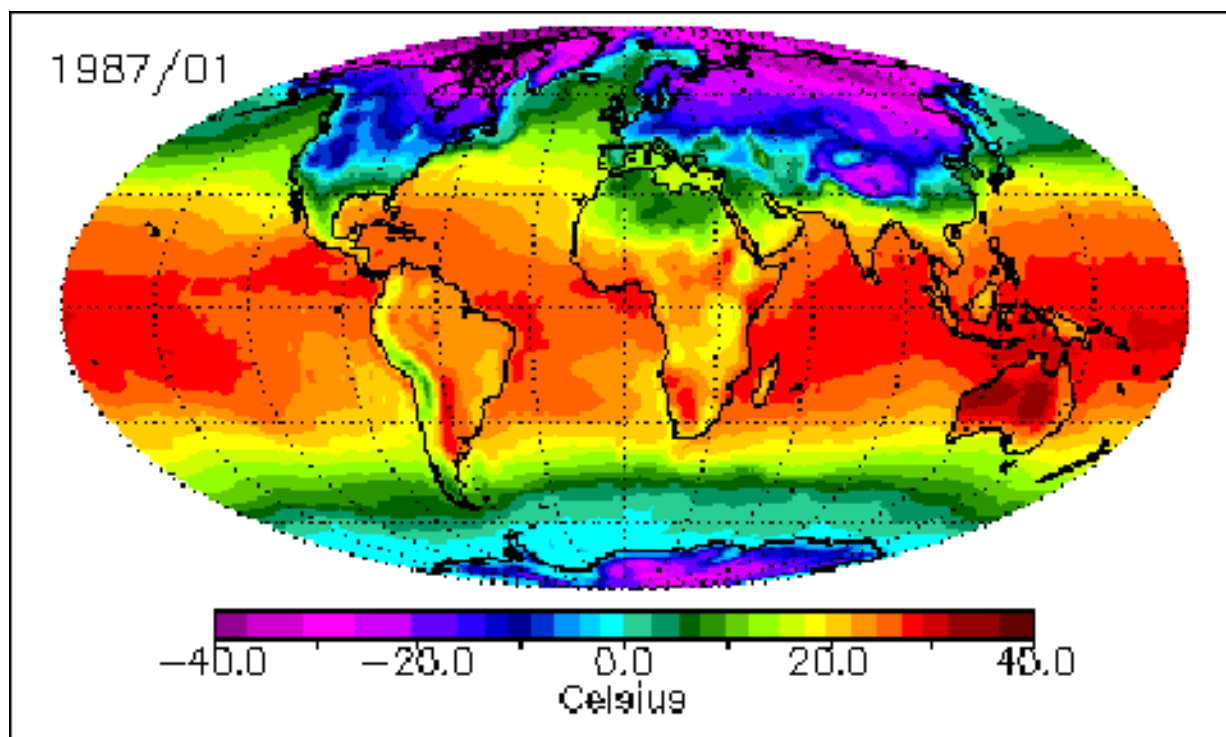
Степенот на загреаност на земјината површина зависи од повеќе фактори: од аголот под кој паѓаат сончевите зраци во текот на денот и годината, надморската височина, вегетацијата, облачноста, ветровите итн. Од нив, најголемо значење има аголот под кои паѓаат сончевите зраци. Колку овој агол е поголем, толку е поголемо загревањето, бидејќи ист сноп сончеви зраци загрева помала површина.

Доколку упадниот агол на сончевите зраци е помал, загревањето на површината е помало, бидејќи во тој случај сончевите зраци паѓаат косо и загреваат поголема површина. Загревањето е најголемо кога сончевите зраци паѓаат под агол од 90 степени. На загревањето на воздухот, освен падниот агол, влијае и должината на инсолацијата (траењето на сончевото зрачење).

Колку инсолацијата е подолготрајна, загревањето на воздухот е поголемо, и обратно. Каква ќе биде температурата на воздухот зависи од вегетацијата, ветровите, облачноста на времето итн. Таму каде земјиштето е под растителна покривка, загревањето е побавно, затоа што сончевите зраци во најголем дел паѓаат на растенијата, а само со мал дел допираат до земјината површина, па и малку ја загреваат.

Воздухот се загрева во екваторските и суптропските области каде што инсолацијата е најдолга. Во поларните предели, во кој инсолацијата трае пократко време, загревањето на воздухот е значително послабо. Над копното воздухот побрзо се загрева и побрзо се лади, поради тоа летно време и во текот на денот температурите на воздухот се повисоки над копното, а преку зимата и во текот на ноќта над водените површини.

Распоредот на температурата на воздухот на земјината површина се прикажуваат со изотерми. Изотерми се криви линии што поврзуваат места на земјата со иста температура на воздухот.



Слика 28. Климатски појаси

## 21. ОСНОВНИ ПОИМИ И ДЕФИНИЦИИ

Зрачење е пренесување енергија преку електромагнетните бранови. Спектарот на електромагнетното зрачење може да се подели на две области, и тоа: кратkobраново зрачење со бранова должина помала од 3  $\mu\text{m}$  и долгобраново зрачење со бранова должина поголема од 3  $\mu\text{m}$ .

Кратkobрановото зрачење во себе вклучува три подобласти: 1- ултравиолетово зрачење (0,20 $\mu\text{m}$ -0,40 $\mu\text{m}$ ), 2-видливо зрачење или светлосно (0,40 $\mu\text{m}$  – 0,76 $\mu\text{m}$ ), и инфрацрвено зрачење (0,76 $\mu\text{m}$ -3,0 $\mu\text{m}$ ). Вообичаено е дека износот на оваа енергија да се пренесува преку опишување на интензитетот на зрачење.

**Интензитетот на зрачење претставува количина на енергија (J) која во единица време е (1 сек) паѓа на единица површина (1  $\text{m}^2$ ) нормално поставени во правец на ширење на радијацијата, единици на зрачење на интензитет се  $\text{J m}^{-2} \text{s}^{-1}$  или  $\text{Wm}^{-2}$ .**

### Сонцето е главен извор на енергија на земјата

Директно сончево зрачење е електромагнетното зрачење од Сонцето без расејување како резултат на површината на земјата. Поради големото растојание помеѓу земјата и сонцето директното сончево зрачење може да се смета како знак на паралелни зраци. Енергијата на ова зрачење достигнува на 1  $\text{m}^2$  површина, нормално поставени во правец на простирањето на зраците, време од 1 сек претставува интензитет на директно сончево зрачење S.

**Соларна константа**  $S_0$  е интензитет на директно сончево зрачење на горната граница на атмосферата. Според мерењата кои се наведени во работата на Мекракен (McCarken, 1985) вредноста на соларната константа е  $1368.31 \text{ Wm}^{-2}$ .

Како Земјата ротира околу Сонцето во елиптична орбита, а потоа нивната меѓусебна далечина се промени во текот на годината. Ова промена изнесува  $\pm 2,5 \cdot 10^6 \text{ m}$  во текот на годината. Како резултат на тоа се менува и висината на соларната константа. На северната хемисфера соларната константа во зима има повисока, а во лето пониска вредност, при што разликата достигнува вредност од 3,4%.

**Дифузното зрачење** е дел од сончевото зрачење кое достигнува хоризонтална површина по распрснувањето на атмосферата и нејзините одбивања од облачни честички, прашина, снежни кристали и други нечистотии. Составот на дифузното зрачење влегува и радијацијата, исто така, ги отфрла предметите кои се над регистрираните инструменти. Интензитетот на дифузното зрачење  $D$  се изразува со исти единици како и интензитетот на директното сончево зрачење.

**Глобалното зрачење** е вкупното сончево зрачење кое достигнува на хоризонталната површина и интензитетот.

**Активен апсорпцискиот слој** е слој во кој практично, со исклучок на рефлектираното зрачење, го апсорбира целокупниот износ на зрачење.

На пример, за долгобрановото зрачење активниот апсорпциски слој на површинскиот слој на почвата, снегот и водата е со дебелина од редот од 1 mm.

За краткобрановото зрачење тоа се: слој на песок, до неколку милиметри, снег до неколку сантиметри, вода до неколку метри, или десетина метри итн.

Вегетациската покривка е активен апсорпциски слој како за краткобрановото, така и за долгобрановото зрачење.

**Фотосинтетско активно зрачење** е дел од краткобрановото сончево зрачење, во степени  $0,38\mu\text{m}-0,71\mu\text{m}$  кои растенијата го користат во процесот фотосинтеза.

**Рефлексивно зрачење** е дел од глобалното зрачење кое се одбива од активниот апсорпционен слој, а потоа се враќа во атмосферата.

**Табела 1. Интензитет на зрачење на апсолутно црно тело ( $\text{Wm}^{-2}$ ) при различна температура  $t$  ( $^{\circ}\text{C}$ )**

$t$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
9,0	-276	-276	-275	-275	-274	-274	-274	-273	-273	-272
8,0	-280	-280	-279	-279	-278	-278	-278	-277	-277	-276
7,0	-284	-284	-284	-283	-283	-282	-282	-282	-281	-281

6,0	-	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		89	88	88	88	87	87	86	86	85	85			
5,0	-	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		93	93	92	92	91	91	91	90	90	98			
4,0	-	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		98	97	97	97	96	96	95	94	94	94			
3,0	-	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2
		02	02	01	01	00	00	99	99	98	98			
2,0	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		06	06	06	05	05	04	04	03	03	02			
1,0	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		11	11	10	10	09	09	08	08	07	07			
0,0	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		16	15	15	14	14	13	13	12	12	12			
0,0		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		16	16	17	17	18	18	18	19	19	20			
,0	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		20	21	21	22	22	23	23	24	24	24			
,0	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		25	26	26	26	27	27	28	28	29	29			
,0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		30	30	31	31	32	32	33	33	34	34			
,0	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		35	35	36	36	36	37	38	38	38	39			
,0	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		39	40	40	41	41	42	42	43	43	44			
,0	6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		44	45	45	46	46	47	47	48	48	49			
,0	7	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		49	50	50	51	51	52	52	53	53	54			
,0	8	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		54	55	55	56	56	57	57	58	58	59			
,0	9	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		59	60	60	61	61	62	62	63	63	64			
0,0	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		64	65	66	66	66	67	68	68	69	69			
1		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

1,0	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74
2,0	75	75	76	76	77	78	78	79	79	80
3,0	80	81	81	82	82	83	83	84	84	85
4,0	86	86	87	87	88	88	89	89	90	90
5,0	91	92	92	92	93	94	94	95	95	96
6,0	96	97	98	98	99	99	00	00	01	01
7,0	02	02	03	04	04	05	05	06	06	07
8,0	07	08	09	09	10	10	11	11	12	12
9,0	13	14	14	15	15	16	16	17	18	18
0,0	19	19	20	20	21	22	22	23	23	24

**Албеда**  $A$  е дефинирано како количина на интензитетот на рефлективното и глобалното зрачење.

$$A = \frac{R}{G}$$

**Апсолутното црно тело** е тело кое во потполност го апсорбира зрачењето кое доаѓа во него.

Интензитетот на зрачење на апсолутното црно тело

Во табелата се дадени вредностите на интензитетот на апсолутното црно зрачење на телото за различни температури изразени во целзиусеви степени (°C).

**Земјино излучување** е долготраново зрачење кое емитува активен апсорпциски слој во правец на атмосферата. Со обзир на тоа што земјата зрачи како сиво тело, интензитетот на земјиното излучување  $B_z$ , зависи од самата температура на површината на земјата.

Во атмосферата се наоѓаат различни состојки во гасовите, течна и цврста агрегатна состојба. Тие состојки, според законот на Стефан Белцманов, емитуваат во вид на долгогодишно зрачење одреден износ на енергија кој е рамен на четири степени на неговата температура. Дел од ова зрачење кое е управувано кон земјината површина се вика **противзрачење на атмосферата**.



Интензитетот на противзрачење на атмосферата во најголема мера зависи од содржината на водена пареа во него. Имено, при поголема содржина на водена пареа се достигнува и поголемо противзрачење на атмосферата.

**Интензитет на ефективно излучување**  $E_f$  е разликата помеѓу интензитетот на земјиното излучување  $B_z$  и противзрачењето на атмосферата  $B_A$ .

$$E_f = B_z - B_A$$

**Балансирано зрачење**  $B$ , е алгебарски збир на интензитетот на кратkobрановото и долгодбрановото зрачење на површината на земјата.

$$B = S + D - R + B_A - B_z - r_A$$

$S$ -

$D$ -

$R$ -

$B_A$ -Противзрачење на атмосферата

$B_z$ -Земјини излучување на атмосферата

$r_A$ -

Каде со  $(r)$  е означен интензитетот на оној дел на противзрачењето на атмосферата кој се одбива од површината на земјата. Во равенката за балансирано зрачење, позитивниот предзнак е ставен пред интензитетот на зрачење кој е насочен кон површината на земјата, а негативно пред интензитетот на зрачење кој е насочен кон атмосферата.

## 22. МЕРЕЊЕ НА ТЕМПЕРАТУРАТА НА ВОЗДУХОТ И ЗЕМЈАТА

Температурата на воздухот е важен параметар во микроклиматските мерења коишто се мерат на оние места и слоеви на воздухот што се во непосреден контакт со живите растенија. Затоа, температурата на воздухот се мери во тек на целиот ден и на различни височини од површината на почвата: 2, 20, 50, 100, 150 и 200 cm, кога термометрите се поставени на соодветен пулт со држачи. При мерењето, термометрите треба да се заштитат од директното сончево зрачење.

Во метеоролошките станици температурата на воздухот се мери на отворен простор на висина од 2 метра над површината на почвата. Измерената температура на воздухот претставува некоја средна температура, пласт на воздухот (со дебелина од 10 cm до 20 cm) чија средина се наоѓа на наведената висина. Инструментите за мерење и регистрирање на температурата на воздухот се поставуваат во посебни метеоролошки куќички што ги штити од дождови и зрачење.

**Метеоролошка куќичка** – Поради заштита на инструментите за мерење на температурата и влажноста на воздухот од непосредно значење, врнежи и силни

ветрови, меѓународната конференција усвојува тип на засолниште за сместување на инструментите, таканаречено метеоролошко засолниште или таканаречена куќичка.

**Оваа куќичка претставува четиристран облик со ребрести страни.**



Слика 29. Метеоролошка куќичка

На едната страна има врата која се отвора. На долниот дел има три штици од кои средната ги покрива другите две. Одоздола има мрежа која спречува да влегуваат птици и секакви инсекти внатре. Покривот секогаш е малку наведнат на спротивната страна од вратата. На секоја страна од куќичката се наоѓа отвор низ кој ќе може слободно да струи воздухот. Овие куќички секогаш се обојуваат со бела боја.

Постојат два вида куќички: **мали и големи**.

Тие имаат ист облик, но различни димензии. Малите се наменети за инструменти без пишување.

Димензиите кај големите се:

Внатрешна висина – 69 cm

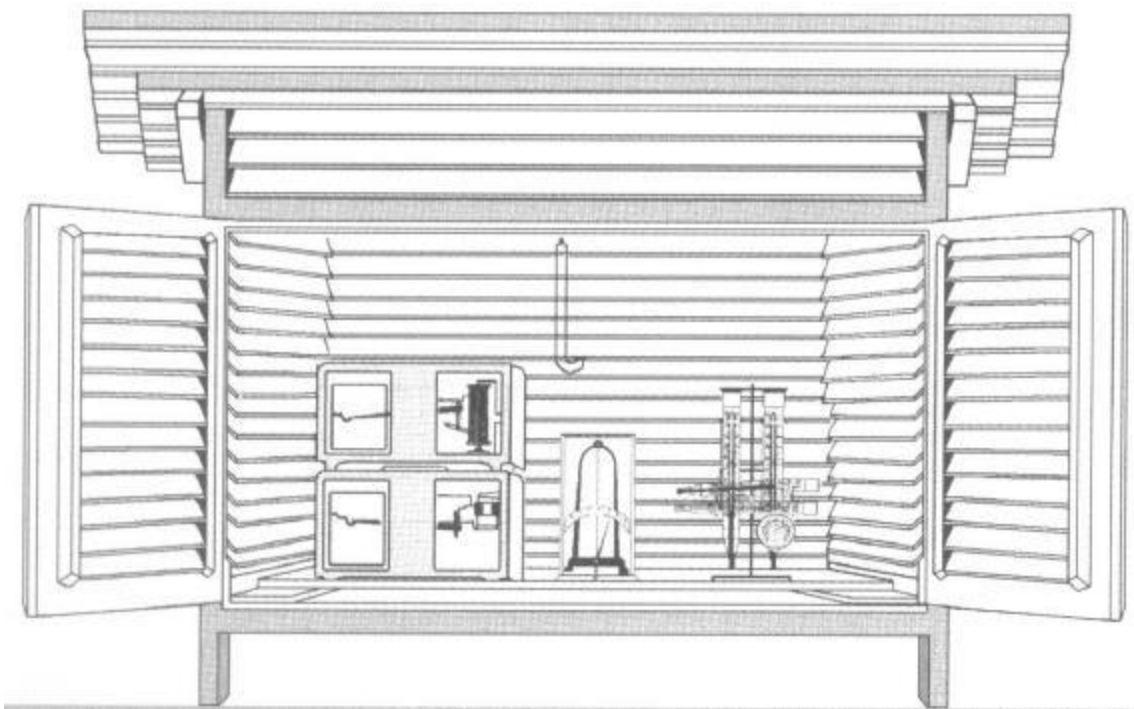
Внатрешна длабочина – 74 cm

Внатрешна ширина – 88 cm

Предната страна од дното на работ па сè до покривот има висина од 115 cm, а задната висина 103 cm. Овие куќички се прицврстени за четири ногарки, чијашто висина од земјата па сè до термометарот треба да биде точно 2 метра. Ногарките се прицврстени за посебни бетонски столбови.

Напред се поставуваат скали. Овие куќички обично се поставуваат во круг на метеоролошките станици, а вратата треба да биде завртена кон север, така да сончевите зраци да не ги допираат инструментите додека вратата е отворена. При

поставувањето на овие куќички секогаш треба да се води сметка за дното секогаш да биде во хоризонтална положба.

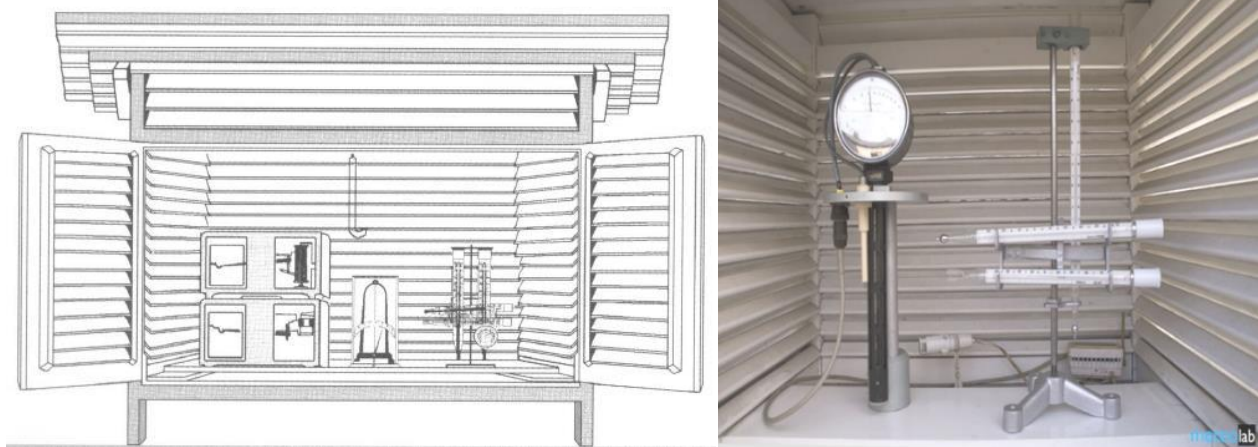


Слика 30. Метеоролошката куќичка, внатрешен поглед

**Во метеоролошката куќичка се сместени следниве инструменти:**

1. *Сув термометар*
2. *Влажен термометар-Психрометар*
3. *Минимален термометар*
4. *Максимален термометар-екстремни термометри*
5. *Термограф*
6. *Хигрограф-пишувачи*
7. *Хигрометар*

**Начин на кој се сместени овие инструменти**



Слика 31. Инструменти сместени во метеоролошката куќичка



Слика 32. Распоред на инструментите во метеоролошката куќичка.

### Дневни и годишни промени на температурата

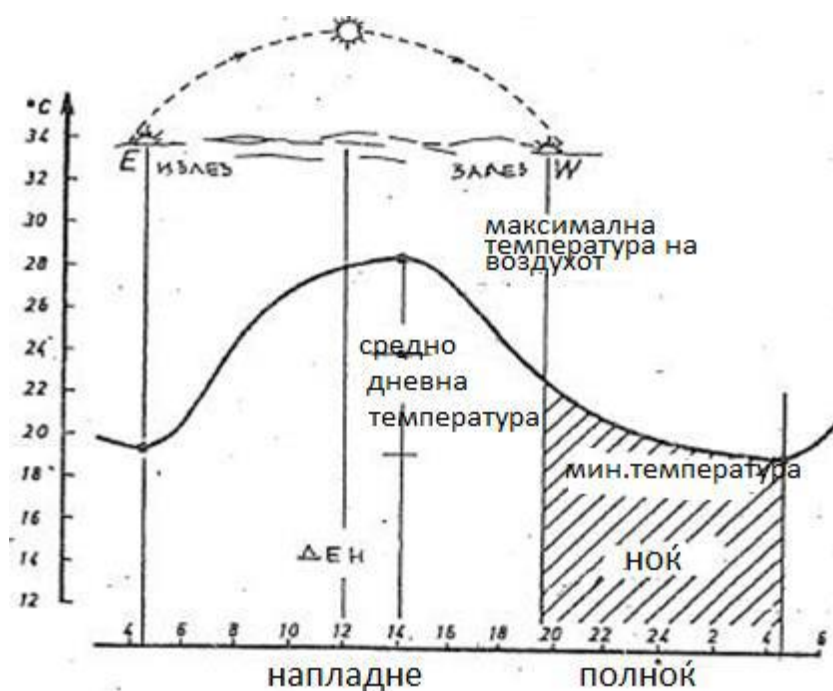
Температурата на воздухот над копното почнува да расте околу 15 мин по почетокот на порастот на температурата на површината на земјиштето.

За определување на термичките услови во атмосферата од голема важност се дневните температурни промени. Тие најдобро се гледаат на термограм.

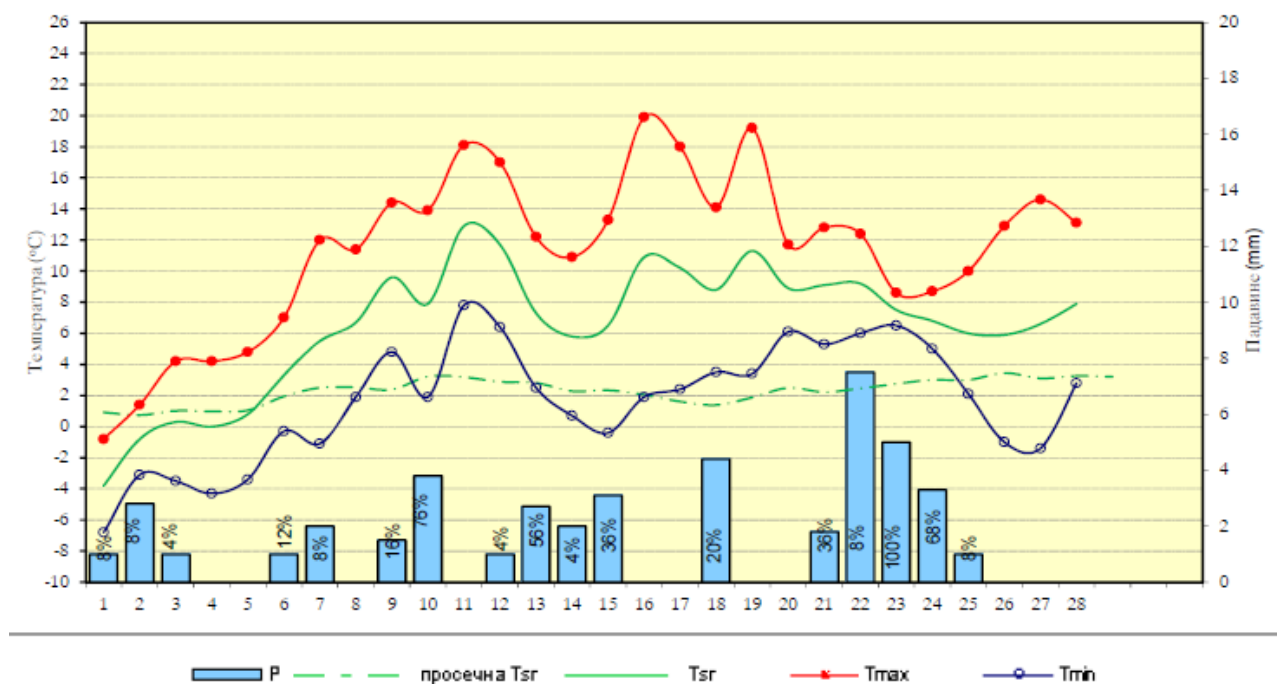
На дневниот од на температурата на воздухот влијаат радијацијата и инсолацијата. Од изгревот на сонцето температурата на воздухот расте сè додека инсолацијата (сончевото зрачење) и радијацијата (земјиното зрачење) не се израмнат. Од тој момент температурата на воздухот опаѓа и ова трае сè до времето пред изгревот на сонцето.

Инсолацијата трае од изгревот до залезот на сонцето.

Дневниот од на инсолацијата во споредба со дневниот од на температурата на воздухот и појавата на минимум и максимум се шематски прикажани.



Слика 33. Дневни одови на осончување во споредба со температурата на воздухот во текот на денот, во еден просечен ден



Слика 34. Дијаграм - Просечна максимална (Tmax), минимална (Tmin) и средна дневна (Tsr) температура на воздухот во °C, како и дневна количина на врнежи-(P).

Најзначаен фактор за формирање на годишен ђд на температурата на воздухот е географската ширина, според која се издвојуваат четири главни типови:

- *екваторијален,*
- *тропски,*
- *умерен, и*
- *поларен тип*

Екваторијалниот се одликува со незначителни промени на температурата на воздухот во текот на годината.

Тропскиот тип има еден топол период во време на летниот солстициум и еден студен за време на зимскиот солстициум.

Умерениот тип се одликува со значителни годишни температурни промени. Највисоката температура на воздухот се јавува во месец јули, а најниската темепература на воздухот се јавува во јануари.

Поларниот тип се одликува со долги и студени зими и куси лета.

### **Карактеристични големини за прикажување на температурниот режим**

За комплексно прикажување на температурата на воздухот се користат карактеристичните големини:

1. Средни и екстремни вредности на температурата на воздухот по месеци и години
2. Дневна и меѓудневна променливост на температурата на воздухот
3. Траење на период со определени среднодневни темеператури на воздухот по месеци и години:
  - а.  $0^{\circ}\text{C}$  темература на мрзнење на водата
  - б.  $6^{\circ}\text{C}$  почеток на граница со вегетациски период
  - в.  $10^{\circ}\text{C}$  граница на сезоната во климатски лекувалишта
  - г.  $20^{\circ}\text{C}$  граница на летни горештини
4. Бројот на деновите со карактеристични екстремни температури на воздухот
  - а.  $t_{\min} \leq -10^{\circ}\text{C}$  ледени денови
  - б.  $t_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$  мразни денови
  - в.  $t_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$  денови со тропски ноќи
  - г.  $t_{\max} \leq 0^{\circ}\text{C}$  студени денови
  - д.  $t_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$  топли денови
  - ѓ.  $t_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$  тропски денови
5. Температурни суми кои претставуваат збир на среднодневните температури во определен дел од годината над определена граница.



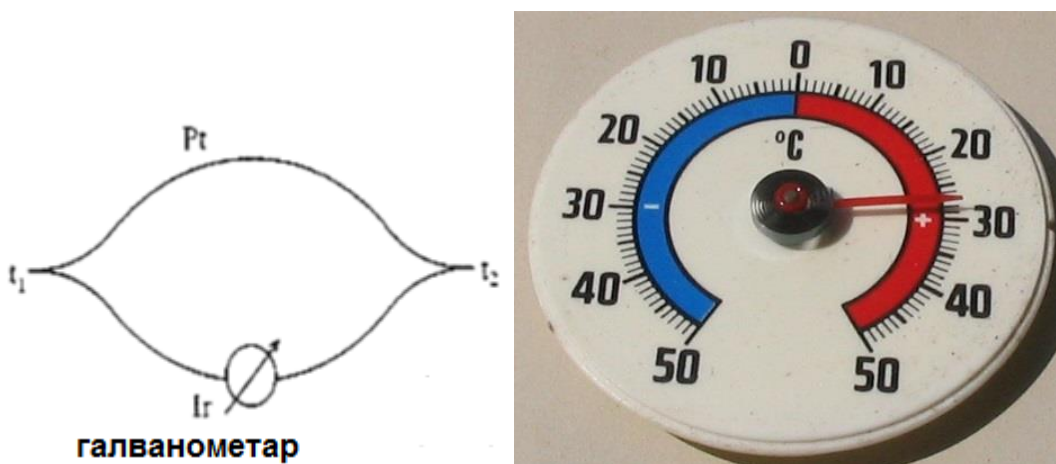
## Мерење на краткобрановото зрачење

**Интензитетот на директното сончево зрачење се мери со инструменти пирхелиометри, додека интензитетот на дифузното, глобалното и рефлексивното зрачење се мерат со пиранометар.**

При конструкцијата на инструментите за мерење на интензитетот на зрачење се користат сите ефекти кои се причина: топлотни, електрични, хемиски. Меѓутоа, најчесто во употреба се инструментите кои функционираат според принципот на термоелементите.

Термоелемент е едноставен состав во кој се врши трансформација на топлотната и електричната енергија. Тој се состои од две жици изработени од различни метали, кои се споени на краевите.

Ако споевите се држат на различна температура ( $t_1$  и  $t_2$ ), тогаш помеѓу нив се појавува термоелектромоторна сила.



Слика 33. Шема на термоелемент

Оваа термоелектрометална сила е многу мала и изнесува само неколку десетици микроволти на еден степен разлика на температурните слоеви. Од таа причина, термоелементот не се користи како генератор на еднонасочната струја, туку за мерење на температурата.

Кај некои споеви, како што се, на пример, жица од платина и иридиум, постои приближно линеарна врска помеѓу **термоелектромоторната сила  $\epsilon$** , и разлика на температурните слоеви ( $t_2 - t_1$ ), во еден многу широк интервал на температурата, така може да се напише равенката

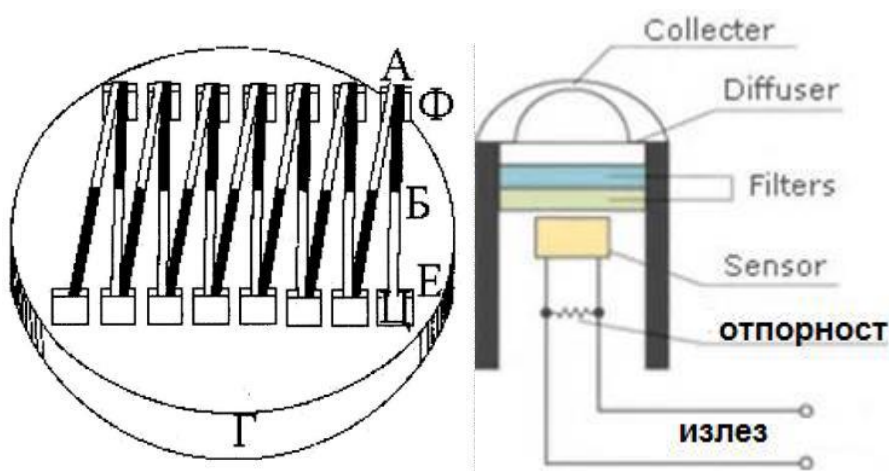
$$\epsilon = k(t_2 - t_1)$$

каде константата (**k**) чијашто вредност одредува избор на комбинации на металор. Бројната вредност на оваа константа е еднаква на термоелектромоторната сила која се јавува помеѓу слоевите каде што е и разликата на нивната температура  $1^\circ\text{C}$ .

При реализација на пиранометарот кој функционира на овој принцип, приемникот се состои од повеќе термоелементи кои сочинуваат термобатерија. Еден спој на термоелемент во термобатеријата е под влијание на зрачење (активно), додека другиот спој се одржува на константна температура (неактивно).

Во зависност од начинот на изградба на термобатеријата, се разликуваат неколку типови на пиранометри. Спрема критериумите на Светската метеоролошка организација, сите постоечки пиранометри се, во однос на стандардот, класифицирани во инструментите прва, втора и трета класа.

Пиранометар Мол-Горчинског (Moll-Gorczyński). Шематскиот приказ на термобатеријата на овој пиранометар е даден на сликата.



Слика 34. Молова термобатерија: Б-активен слој од метална лента; Е и Ф-издигнати бакарни приклучоци; Г-масивна бакарна плоча; Б- Дигитален соларен пиранометар

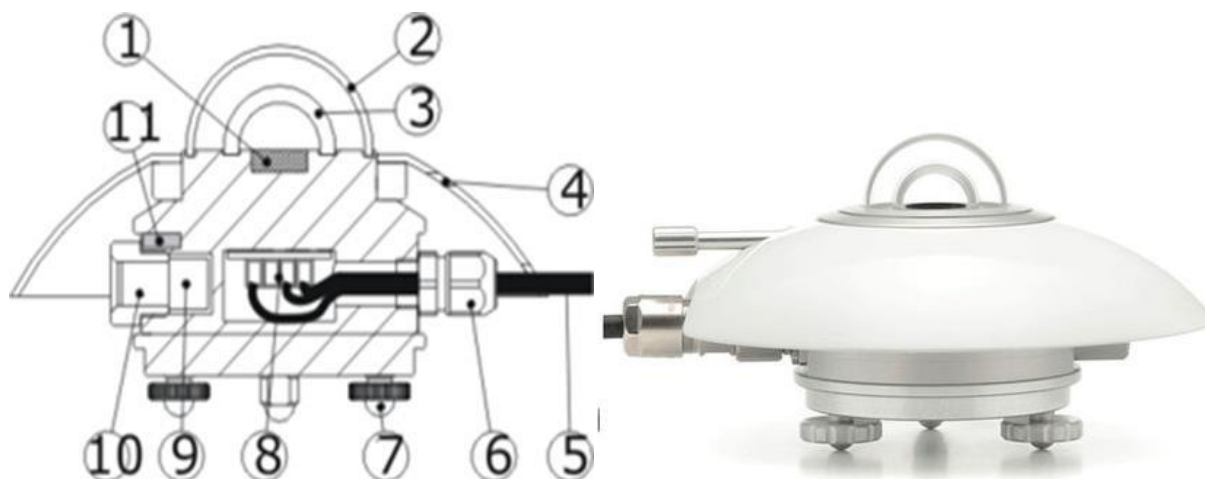
Термослоевите се направени од многу тенки (5 $\mu$ m) зацрнени ленти манган и стојат споени во точки Б и залепен калај, за бакарните приклучоци Е и Ф. Издигнатите приклучоци се залепени за масивен месинг плочи Г. Тенок слој помеѓу приклучоците и плочите, обезбедуваат електрична изолација без нарушување на термичкиот контакт.

Активните споеви се наредени во должина на месинговите плочи, додека неактивните споеви се наоѓаат на врвот од приклучокот. Малиот тоplotен капацитет на лентата, негатава ефикасна тоplotна проводливост и големиот тоplotен капацитет на месинговата плоча и бакарните споеви обезбедуваат приближно константна температура. Тоа повеќе значи дека е непотребно, на кој било начин, да обезбедува заштита на пасивниот спој од сончевото зрачење.

Термобатериите се сместени под две стаклени куполи од кои поголемиот пречник е 50 mm, а помалиот пречник 30 mm. а)-заштита на примање на површината од механички оштетувања, б) спречување на конвективни размени на топлина и в)-имаат улога на спектарен филтер.



Хоризонталната положба на приемникот обезбедува преку него да навлегуваат зраците. Под приемникот се наоѓа контејнер со хигроскопен материјал кој ја отстранува водената пареа од просторот под куполата.



Слика 35. Пиранометар Мол-Горчинског: 1 - метален колектор; 2 и 3 - метални полупрстени; 4 - заштитна чинија; 5 - Преносен кабел; 6 – спојка; 7 - регулаторни потпирачи.



Слика 36. Инструмент за мерење на глобалното зрачење.

**Табела 2. Технички карактеристики на инструментот за мерење на глобалното и дифузно зрачење**

Тип	CM11 (CMP11) – ISO секундарен стандард
Вид	Пиранометар со вентилатор
Излез	Напонски, аналоген
Мерен опфат	0 – 1.500 W/m <sup>2</sup>

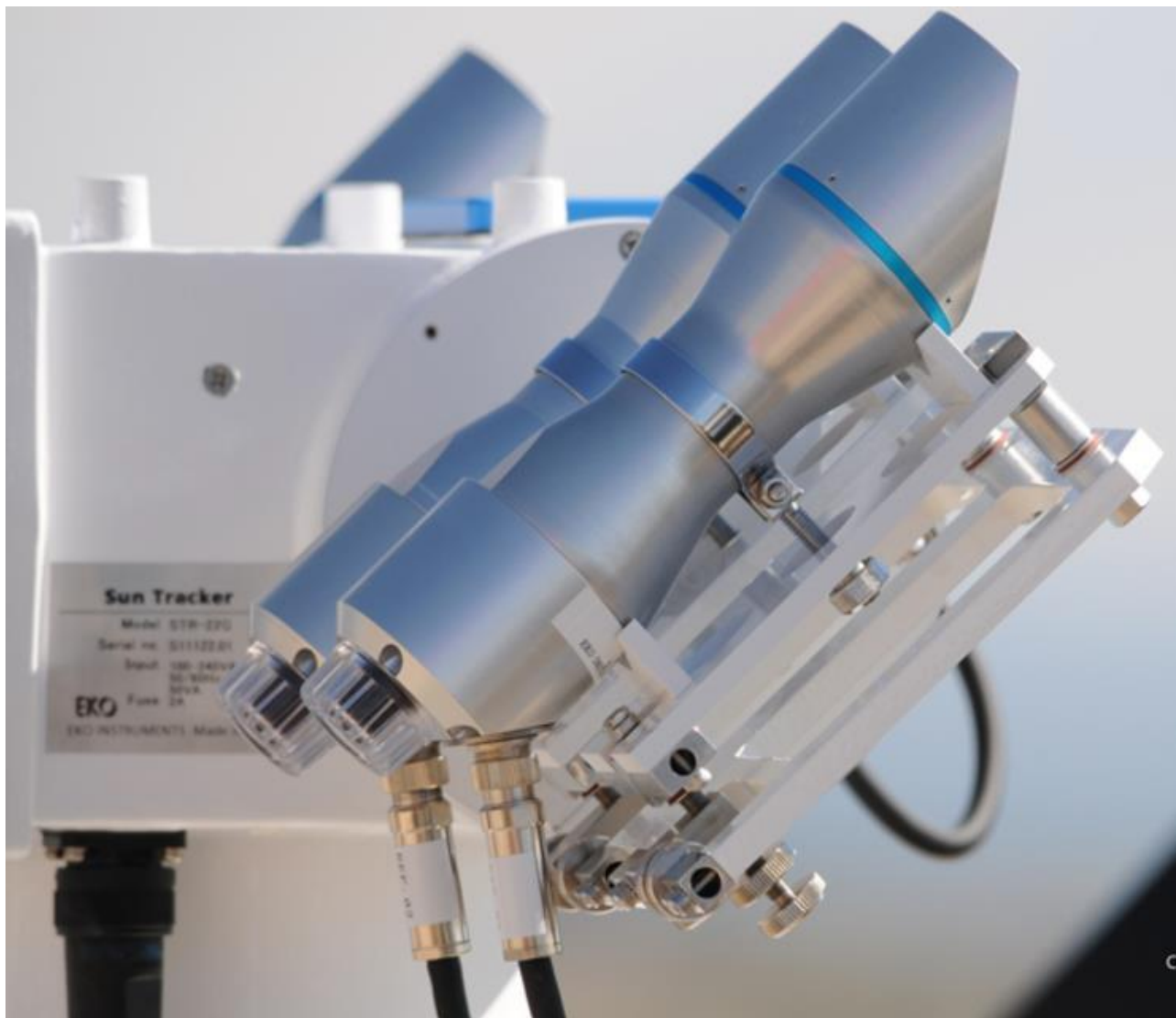
Спектарен опфат	310 – 2800 nm
Точност	$\pm 1 \%$
Осетливост	7 do 14 mV/Wm <sup>2</sup>
Време на јавување	< 5 s
Предизвикување	1 s
Процесуирање	1 minuta
Работна температура	-40°C - +80°C
Произведувач	Kipp & Zonen, Холандија

За мерење на наведени електромотони сили со овој приемник се користи или милливолтметар или галваногрф. За да биде добиен интензитетот на зрачење, врз основа на прочитани вредносни електромоторни сили, потреба е да се познаваат и инструментални константи. Овој пиранометар се мери интензитет: 1)-глобално зрачење; 2)-дифузно-поставување на метален полупрстен над приемникот; и 3)-рефлективно зрачење-вртење на примачот спрема активниот апсорпциски слој.

## 23. МЕРЕЊЕ НА ДИРЕКТНО СОНЧЕВО ЗРАЧЕЊЕ

Поради големата оддалеченост помеѓу Земјата и Сонцето може да се смета дека сончевото зрачење пред влез во атмосферата се состои од сноп паралелни електромагнетни бранови.

При меѓусебното дејствување на гасовите и честичките во атмосферата, сончевото зрачење може да се впије (апсорпција), да се одбие (рефлекција) или, пак, може помалку или повеќе, непречено да помине низ атмосферата (трансмисија).



Слика 37. Мерење на директното сончево зрачење - пирхелиометри

Мерењето на директното сончево зрачење е едно од најсложените мерења во одредувањето на потенцијалот на сончевата енергија.

Директното сончево зрачење се мери со пирхелиометар, инструмент кој се состои од термоелемент на дното од тесен цилиндар, така што видливиот агол на инструментот изнесува околу  $5^{\circ}$ , односно 0,005 стеррадијани. Таквата геометрија овозможува регистрација само на зрачењето кое доаѓа од тесниот појас околу сончевиот диск.



Слика 38. Пирхелиометар за мерење на директното сончево зрачење: 1- итна капа; 2 - прозорец со грејач; 3 – нишан; 4 – сензор; 5 - индикатор за влажност.

Приемната површина на инструментот во секој момент мора да биде нормална во однос на сончевите зраци, така што пирхелиометрите мора да го следаат сонцето со многу мала аголна грешка од  $0,75^\circ$  (Kipp & Zonnen) или  $1,5$  (Erply), при што побарува сложен и прецизен механички состав за следење на движењето на Сонцето.

Потребно е измерените податоци да се нормализираат според средната оддалеченост на Земјата од Сонцето, а инструментот се калибрира според инструменти од повисока класа, според стандардот ISO 9060:1990 E.

### Хелиограф Кембел-Стокса (Campbell-Stokes).

Овој инструмент се употребува за мерење на директно сончево зрачење, или како што е вообичаено да се каже, траење на сончевиот сјај. Влезниот дел на овој инструмент е стаклен сад (1), кој игра улога на собирна леќа и метални полупрстени (3). Кога топката е изложена на сонце, лентата која се наоѓа во нејзината жица остава траги.

Лентата се поставува внатре на металната школка (4), при што во зависност од периодот во годината, тие имаат различни должини. Врз основа на трагата чија должина се проценува до 10 минути, читањето се добива со траење на директното сончево зрачење во текот на денот.



Слика 39. Хелиограф Кембел-Стокса (Campbell-Stokes): 1 – топка; 2 - топчеста школка; 3 - метална основа; 4 - држач за топката.

Сончевата светлост, или сончевото зрачење, е целокупното електромагнетно зрачење кое ни доаѓа од Сонцето на Земјата. Сончевата светлост се пригушува и се филтрира низ земјината атмосфера.

Сончевата светлост е најголема на горните граници на атмосферата и се намалува како што се движи кон тлото на Земјата поради впивањето и ширењето на молекулите и смесите во атмосферата. На сончевата светлост ѝ требаат 8 минути да стигне од Сонцето до Земјата.

Кога сончевата светлост не е прикриена од облаците ние доживуваме сончање, што е мешавина од блескава светлост и топлинско зрачење.

Кога сончевата светлост е прикриена од облаците, тогаш доживуваме дифузно сончево зрачење.



Слика 40. Хелиограф Кембел-Стокс

Хелиограф е уред за мерење на количината на инсолацијата на Сонцето на одредено место. Резултатите даваат информации за времето и климата на одредено географско подрачје. Овие информации се корисни за метеорологијата, земјоделството, туризмот и за други подрачја.

Кампбел – Стокесов хелиограф. Овој инструмент користи стаклена топка од висококвалитетно стакло, сместено во средината на метално лежиште кое може да се прилагодува според географската ширина.

Хартиената лента се поставува зад стаклената топка во насока исток-запад, така што сончевото зрачење се концентрира преку топката и ја подгорува лентата преку топлинско дејствување. На лентата се означени часовите, па можно е да се претпостави кога колку Сонцето сјаело. Лентата треба да се менува секој ден и обично е различна за лето, зима пролет и есен.

За да може лентата да почне да регистрира, е потребен одреден интензитет на сончево зрачење, во зависност од инструментот. Ако е лентата влажна (што е најчесто во зима) мора претходно да се исуши, за што е потребно одредена количина на топлина, што значи влажната лента почнува подоцна да регистрира.



Најважната предност на овој инструмент е можноста за работа без потреба на електрична енергија. За точно отчитување на мерењата е потребна визуелна проценка од искусна личност.

Тоа е инструмент кој сончевиот сјај го мери според прогорените или нагорените делови на хелиографската лента, сместена зад стаклената топка која го концентрира сончевиот сјај на лентата која мора да се менува секој ден.

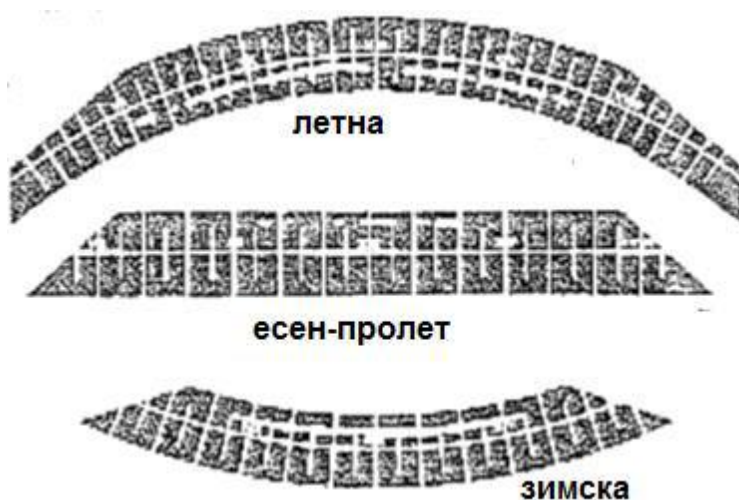
Лентата е покриена со слој црна боја со многу мала рефлексивност, коко би се спречило одбивањето од неа. Со изведба на лентата во вид на U профил, може да се постигне константен виден агол во граници од  $\pm 2\%$ . Како што се менува сончевата деклинација во текот на годината, лентата мора да се поместува.

### Задача

На сликата се прикажани хелиографски ленти, хелиограф Кембел-Стокс, поставени на метеоролошки станици. Потребно е да се одреди а) дневна сума на траење на сончевиот сјај ( $S_d$ ) и б) релативно траење на сончевиот сјај ( $S_r$ ).

### Решение,

А) Читањето на хелиографските ленти како и иззрачувањето на релативното траење на сончевиот сјај ќе биде прикажано на пример за ленти.



Слика 40 а. Хелиографски ленти

Читањето на лентите се врши така што должината на трагите на едночасовен интервал се собираат од наутро кон попладневните часови. Во таа прилика доколку трагата оди од почеток па до завршеток на часовниот интервал (означени се должинските линии) во табелата се пишува вредноста која одговара на еден час, или кратко 1.

Трагата чија должина се простира од почеток па до половина од часовниот интервал се впишува како 0,5. Конечно, доколку трагите се испрекинети, што е чест случај, тогаш

неговите должини се проценуваат до 0,1 што тогаш ќе биде збир на нивниот час запишани во колоната која одговара. На пример:

**Табела. Часовна сума (s) и дневна сума (Sd) траење на сончевиот сјај.**

Час	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15
s(час)	0	0	0	0,3	0	0,3	0,5	0,8	0

б) во метеоролошката практика често се користи релативно траење на сончевиот сјај кој се дефинира како во подолната равенка, каде што со  $S_d$  е означена вистинската, а со  $S_p$  е означена потенцијалната дневна сума на траење на сончевиот сјај. Во забележителен случај на релативно траење на сончевиот сјај изнесува:  $S_r = \frac{S_d}{S_p} = 100 \%$

$$S_r = \frac{1,8}{11,3} = 15,9 \%$$

Притоа, вредноста на потенцијалните дневни суми на траење на сончевиот сјај  $S_p$  е земена од табела.

## 24. ДИФУЗНО СОНЧЕВО ЗРАЧЕЊЕ

Распрснувањето на зрачењето го предизвикуваат молекулите на гасовите и честичките кои се суспендирани во атмосферата. Кога сончевата енергија по својот пат ќе допре до молекулите на гасовите и честичките, пробудува вибрации и радијација, правејќи извоз на електромагнетно зрачење на специфична бранова должина. Примената енергија нееднакво се пренесува во сите правци, во зависност од својствата на гасовите или честичките.

Влијанието на распрскување е двојно. Од една страна, го намалува директното сончево зрачење, а од друга страна предизвикува дифузно зрачење на небото. Еден дел од сончевото зрачење се враќа во меѓупланетарниот простор и тој е изгубен, што се однесува на процесите во атмосферата.

Побудената молекула или честичка не емитува електромагнетна енергија каква што примила, туку го менува релативниот процент на поединечните бранови должини.

Дифузното зрачење може да се мери со пиранометар, ако се засени со сончевиот диск, така што до инструментот не може да дојде директно сончево зрачење. Тоа може

да се постигне на неколку начини. Најчесто, за засенување се користи полукружна или кружна метална лента, ориентирана во насока исток – запад, така што врши засенување.

Сончевиот диск од излезот до залезот на сонцето со видлив агол на засенување, доволен во потполност да го блокира сончевиот диск. (на пр.  $10,6^\circ$  за Kipp & Zonnen 121B).



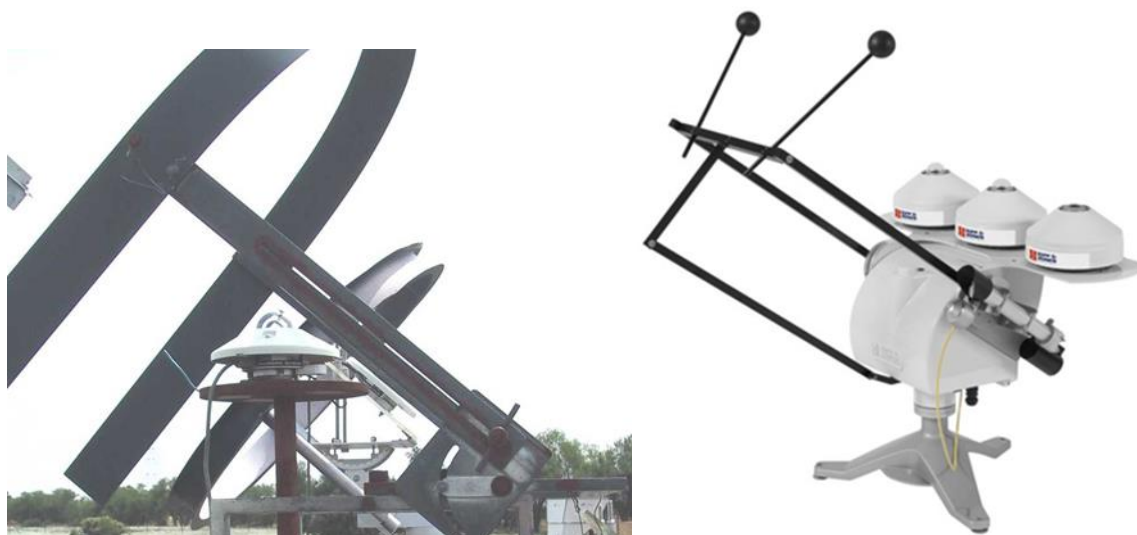
Слика 41. Инструмент за мерење на директно зрачење со прстен: 1-основа; 2-заштитна чинија; 3 - заштитен диск.

Инструментот за мерење на дифузното зрачење е ист како и инструментот за мерење на глобалното зрачење, само што има дополнителен помошен метален прстен. Прстенот се поставува околу куполата на инструментот, така што го штити инструментот од директно сончево зрачење, ако е добро наместен, односно да го следи дневниот ѓд на сонцето.





Слика 42. Изглед на инструментот за директно сончево зрачење



Слика 43. Регулатори за поставување на прстенот на инструментот за мерење на дифузното зрачење.

На мониторот на пресметувачот од мерниот систем добива програмска поддршка која овозможува прикажување на податоците од мерењето, графички и бројчано по дефинирани постапки.



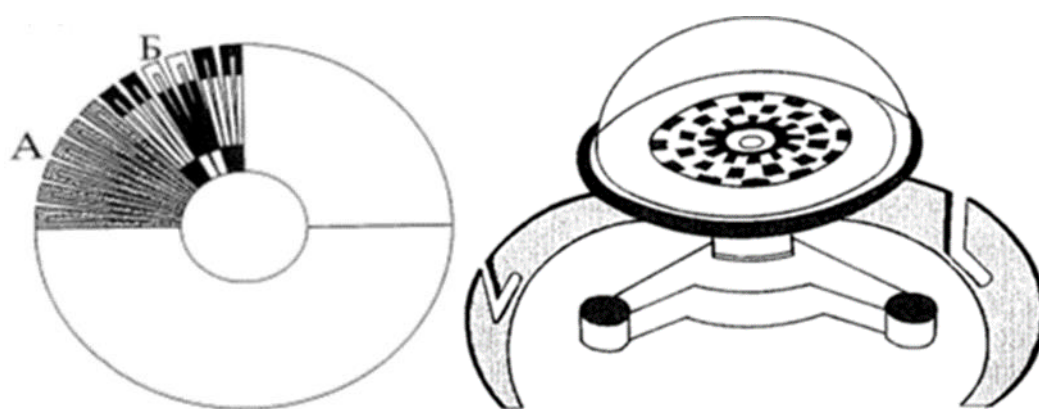
Слика 44. Пирхелиометар за мерење на директното сончево зрачење

### Пиранометар Јанишевског (Janisevskij).

За мерење се употребува интензитетот на дифузното, глобалното и рефлексивното зрачење од површината на земјата. Приемникот се состои од црни и бели квадратни полиња распоредени во вид на шаховска табла, или од црни и бели сегменти кои се радијално распоредени.

Термоелементите се направени од тесни ленти од манган и константа.

Активните споеви се обележани.



Слика 46. Шематски приказ на црни и бели сегменти кои сочинуваат термоспоеви кај пиранометарот Јанишевског. А-необоеен дел; Б-обоен дел. Прецртано од Кулосон (Coulouson, 1975). -Б-Пиранометар Јанишевског

Приемниот дел е заштитен со стаклена купола која пропушта зраци во опсег на брановата должина од 0,3μm до 100μm. Опишаниот пиранометар се управува со стандардни мерења на метеоролошките станици. Меѓутоа, овие инструменти се користат и во прилика на други микрометеоролошки мерења внатре и надвор од растителниот склоп.

Дневна сума на глобално зрачење  $G_d$ . Често е од интерес да се познае вкупната количина на енергија која преку глобалното зрачење достига на активно апсорпциона површина во тек на еден ден.

Ова вредност се добива со интеграциска крива која претставува дневен поход на интензитетот на глобалното зрачење. Постапката на интеграција обично се врши со примена на трапезоидна формула

$$G_d = \frac{G_0 + G_N}{2} h + h \sum_{i=1}^{N-1} G_i$$

Каде е  $h$ -должина на временскиот интервал помеѓу две мерења  $G$  и  $G$  – интензитетот на глобалното зрачење е измерен во првото и последното мерење, а  $N$ - е вкупен број на мерења.

### Задача

На експериментална парцела е употребен пиранометарот Мол Горчински, измерени се следниве часовни вредности на електромоторните сили при мерење на глобалното ( $G$ ) и рефлективното ( $R$ ) зрачење.

час(CEB)	0500	0600	0700	0800	0900	1000	1100	1200
G (mV)	1,3	2,8	4,6	6,4	8,1	9,2	9,5	9,2
R (mV)	0,2	0,4	0,6	0,9	1,2	1,4	1,5	1,5
Час(CEB)	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
G (mV)	8,6	8,0	6,6	4,9	3,0	0,8	0,2	0,0
R (mV)	1,4	1,2	1,0	0,7	0,4	0,0	0,0	0,0

а) интензитет на глобално и рефлективно зрачење ( $W m^{-2}$ ) за секој час ќе се земаат од инструменталните константи на солариметарскиот приемник за глобално  $K_g=69,65 mV^{-1}$  и рефлективно зрачење  $K_R=72,62 W m^{-2} mV^{-1}$ , б) албеда  $A$  за секој час, в) дневна сума на глобалното зрачење  $G_d$  ( $J m^{-2}$ ) и г) графичко претставување на дневниот поход на интензитетот на глобалното и рефлективното зрачење.

### Решение

а) Постапка за пресметување на интензитетот на глобалното и рефлективното зрачење ќе биде прикажано на еден пример во земање на одговорна вредност од 1.100 часа по CEB-y.

Интензитет на глобалното зрачење

$$G=9,5 mV \cdot 69,65 W m^{-2} = 661,7 W m^{-2}$$

и интензитет на рефлективно зрачење

$$R=1,5 mV \cdot 72,62 W m^{-2} = 108,9 W m^{-2}$$

**Табела. Интензитет на глобално  $G$  и рефлективно  $R$  зраче и албеда  $A$ .**

Час (CEB)	0500	0600	0700	0800	0900	1000	1100	1200
$G(W m^{-2})$	90,5	195,4	320,4	445,8	546,2	640,8	661,7	640,8

R(W m <sup>-2</sup> )	14,5	29,0	43,6	65,4	87,1	101,7	108,9	108,9
A	0,16	0,15	0,14	0,15	0,15	0,16	0,16	0,17
Час(СЕВ)	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
G(W m <sup>-2</sup> )	599,0	557,2	459,7	343,1	209,0	55,7	13,9	0,0
R(W m <sup>-2</sup> )	101,7	87,1	72,6	50,8	29,0	0,0	0,0	0,0
A	0,17	0,16	0,16	0,15	0,14	0,0	0,0	0,0

б) користење дефиниција 2.4 се добива од алbedo A

$$A = \frac{R}{G} = \frac{108,9 \text{ W m}^{-2}}{661,7 \text{ W m}^{-2}} = 0,16$$

Интензитетот на рефлективно R и глобално зрачење G, како и алbedo A, за другите класови прикажани се во табелата.

в) Дневните походи на интензитетот на глобално и рефлективно зрачење и алbedo прикажани се на слика.

г) Во случајот кој се прегледува, вредноста на величината во израз (2.8) е:  $h=3600s$  (временски интервал е од 1 час),  $N=16$ ,  $G_0$  е интензитет на глобално зрачење во 0500 часа по СЕВ-у и  $G_{16}$  е интензитет на глобално зрачење во 2000 часа по СЕВ-у.

Замена на вредноста на интензитетот на глобално зрачење во израз (2.8) се наоѓа  $G_d = 207Q_6 \cdot 10 \text{ J m}^{-2}$  или  $G_d = 207Q_6 \text{ J cm}^{-2}$ .

Час(СЕВ)	0500	0600	0700	0800	0900	1000	1100	1200
G (mV)	1,3	2,8	4,6	6,4	8,1	9,2	9,5	9,2
R (mV)	0,2	0,4	0,6	0,9	1,2	1,4	1,5	1,5
Час(СЕВ)	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
G (mV)	8,6	8,0	6,6	4,9	3,0	0,8	0,2	0,0
R (mV)	1,4	1,2	1,0	0,7	0,4	0,0	0,0	0,0

## 25.РЕФЛЕКТИРАНО СОНЧЕВО ЗРАЧЕЊЕ

По поминувањето низ атмосферата, сончевото зрачење се наоѓа на тлото или на водена површина (море, езера, реки). Во зависност од својствата на подлогата, поголем или помал дел од зрачењето ќе се одбие (рефлектира).

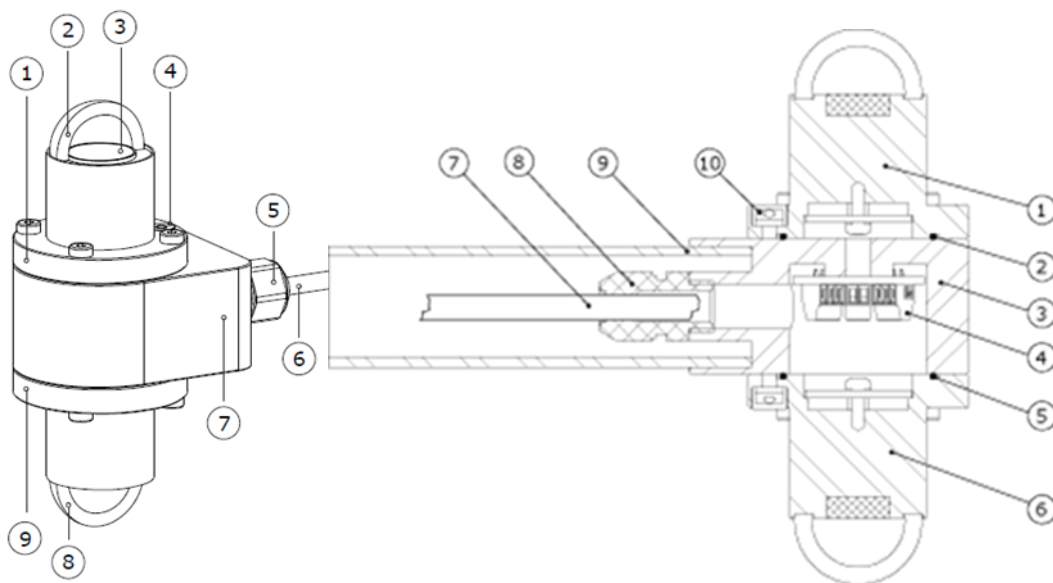
Можни се три процеси на рефлексција:

**Спекуларна рефлексција** на рамни површини (во природа на мирни води) кога неравноста на површината е помала од брановата должина на сончевото зрачење (0,4 до 2 мм).

Ако неравноста на површината е споредлива со брановата должина на зрачењето, можна е распрскачка рефлексција која се состои од повеќе спекуларни рефлексии во сите елементарни рамнини од кои се состои површината. Волумна рефлексција се случува кога зрачењето продира низ површината и се одбива од различни слоеви под површината.

Вкупната рефлексција е збир од сите три наведени. Својството на подлогата што го одбива зрачењето може да се изрази со коефициент на рефлексција, наречен албедо (рефлексивност или сјајност на Земјата). Албедото е однос на моќта на рефлектираното и вкупното зрачење.

Често, наместо мерење на одбиеното зрачење, се мери албедото, однос на вкупното зрачење кое паѓа на плоча и зрачењето кое таа плоча го одбива.



Слика А) албедометар: 1) пиранометар тело; 2) стаклена купола; 3) термички сензор со црн слој; 4) меур; 5) кабел; 6) кабел; 7) albedometer тело; 8) стаклена купола; 9) downfacing пиранометар тело, преглед на SRA01

Албедото е дефинирано како однос на дифузно и индиректното сончево зрачење. Во принцип, албедото зависи од правецот на дистрибуцијата на зрачењето и од површинските својства.

Албедото на типични површини се движи од околу 4% кај свеж асфалт, 15 % за зелена трева и до 90 % за свеж снег.

Користење SRA01 е лесно: да се пресмета нивото на радијација со пиранометар, напонот мора да биде поделен со чувствителноста; и константно испорачување во секој поединечен инструмент.

Албедото се пресметува со делење на рефлектираното зрачење. SRA01 директно може да се поврзани со datalogging системи. SRA01 може да се користи за општи метеоролошки набљудувања, градење на физиката, климатските и соларен колектор тестирање. Честа апликација е за отворено соларно мерење на зрачење, како дел од метеоролошка станица.

Оваа апликација бара хоризонтално израмнување.



Слика 47. Албедометри



Слика 48. Албедометар

Тој е составен од два пиранометара со термофилни сензори, горниот го мери глобалното зрачење, а долниот ја мери рефлектираната сончева радијација.

Албедото, исто така, се нарекува соларна рефлексија, се дефинира како однос од вкупната радијација.

Албедото зависи од правецот на дистрибуција на дојденото зрачење и на површинските својства на приземјето.

Албедото на типични површини се движи околу 4%, а кај асфалт, и 15% кај зелена трева, и до 90% кај свеж снег.

Инструментот кој го мери албедото е наречен албедометар, а се состои од два пиранометра. Горниот пиранометар го мери вкупното сончево зрачење, а долниот го мери сончевото зрачење одбиено од површината.

## 26. МЕРЕЊЕ НА ДОЛГОБРАНОВОТО ЗРАЧЕЊЕ

Под долгобраново зрачење се подразбира електромагнетното зрачење во опсег на брановата должина од 3  $\mu\text{m}$  па до неколку 10 микрони. Група инструменти кои го мерат овој вид зрачење, то ест интензитетот на влезните и излезните зрачења и нивните разлики, се викаат **радиометри**.

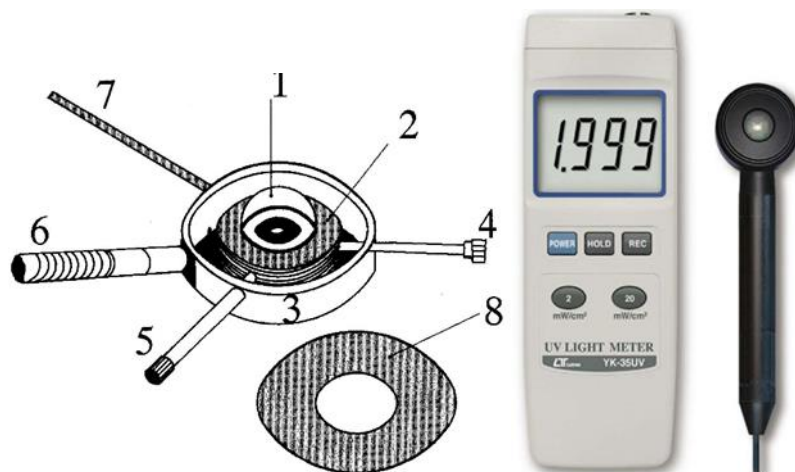


При конструкцијата на овие инструменти, како и кај пиранометарот, најчесто се користи термоелектричен ефект. Меѓутоа, со оглед на температурата на која се применува, инструментот многу интензивно зрачи долгобраново зрачење, потребо е на некој начин да се раздвојат зрачењата кои се мерат од она кое потекнува од самиот инструмент.

Во зависност од видот на решавање на радиометарот се дели на нет пирадиометри и пирадиометри.

Биланс метар Шулцеа (Schulze). Нет пиранометри се делат на две подгрупи, според тоа дали приемната површина е заштитена со купола или не. Со овој инструмент се овозможува непрекинато регистрирање на интензитетот на зрачење, кој доаѓа одозгора и одоздола од хоризонталната површина, во круг на бранова должина од 0.3 до 80  $\mu\text{m}$ .

Под вкупно зрачење одозгора се подразбира директното сончево зрачење, додека дифузното зрачење и противзрачењето на атмосферата е зрачењето одоздола.



Слика 49. Билансметар Шулцеа: 1-купола, 2-алуминско куќиште, 3-прстенест носач, 4-мрежеста влошка, 5-вентилација, 6-метален држач, 7-куќиште, 8-метална чинија.

Б)-Мерач за соларно зрачење со екстерен сензор со две мерни подрачја: 0,000 ... 1,999  $\text{mW}/\text{cm}^2$ , 1,999 ... 19,99  $\text{mW}/\text{cm}^2$

Приемната површина (термобатеријата) на овој пиранометар е покриена со купола од полиетилен (1) кој ги пропушта долгобрановото и краткобрановото зрачење и има вкупен транспирациски коефициент 85%, а зрачење со бранова должина од 0,3 микрометри до 100 микрометри. Термобатеријата е сместена во алуминско куќиште (2) кое е прицврстено за прстенест носач (3). Од прстенестиот носач се изведени три цевки: за мрежестата влошка со средство за сушење (4), термоелектричен температурен елемент (5) и за вентилација (6) како и метален држач (7). Куќиштето е заштитено со метална чинија (8).

Принцип на работа на овој билансметар. Зрачењето кое доаѓа на приемната површина предизвикува појавување на термоструја која е пропорционална на



интензитетот на зрачење намалено за зрачењето кое го емитува инструментот. За да се пресмета зрачењето треба да се знае температурата на инструментот.

Мерењето на температурата во внатрешноста на билансметарот со помош на термоспоеви се врши на тој начин што еден термоспој (активен) се поставува во внатрешноста на инструментот, а друг термоспој (неактивен) во почвата на длабочина каде температурата во долг временски период е константна (1м длабочина).

Така, горната и долната приемна површина (термобатеријата) се свртени во обратни насоки; тоа бележење на разликата во интензитетот, помеѓу приемните површини, означува чист биланс на зрачењето.

Несаканиот ефект на термичката конвекција се елеминира, не во потполност, со помош на вентилатор, со константна брзина, внесува воздушна струја на приемните површини.

Спрема потребата, ова зрачење може да се регистрира или преку повеќеканален регистрирачки галванометар; се регистрираат четири криви, и тоа: интензитетот на дојденото и отиденото зрачење, нивната разлика и температура во внатрешноста на инструментот, или пак, преку пресметувач.

## 27. МЕРЕЊЕ НА ОСВЕТЛУВАЊЕТО

Светлост е електромагнетно зрачење со бранова должина од 0,4 микрометри до 0,76 $\mu\text{m}$ .

Областа од физиката која се занимава со енергетските аспекти на светлосните појави се вика фотометрија. Со оглед дека фотосинтезата, како физиолошки процес, се одвива под дејство на електромагнетното зрачење во опсег на брановата должина која се поклопува со светлосниот опсег (0,38-071), мерењето на осветлувањето е од посебно значење во земјоделството.

Јачина на светлоста (I) е основна фотометриска величина која кажува за јачината со која светлосниот извор емитува светлосна енергија.

Единица за јачина на светлоста е кандела (cd) и претставува една од седумте основни физички единици. По дефиниција, канделата е јачина на светлоста која во одреден правец емитува монохроматски извор на светлосна фреквенција  $540 \times 10^{12}$  Hz и која во даден правец емитува  $1/683$  W sr $^{-1}$  светлосна енергија.

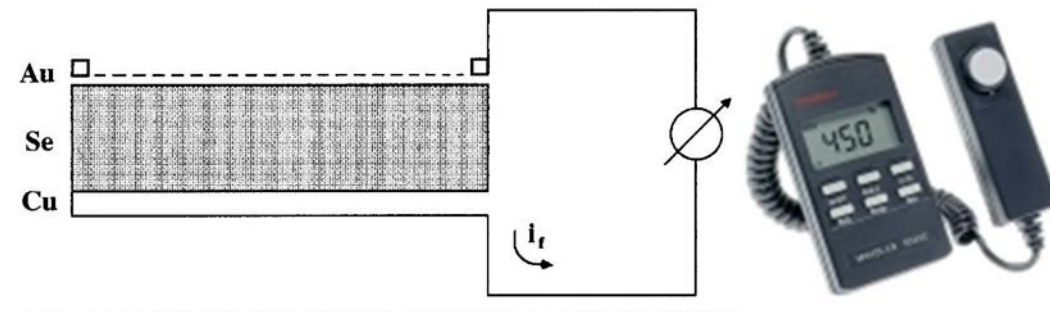
Светлосен флукс  $\Phi$  е еднаков на светлосна енергија која во единица време поминува низ единичен просторен агол. Единица за мерење на светлосниот флукс е лумен (lm).

Осветленоста A е бројно еднаква на вкупниот флукс  $\Phi$  кој паѓа врз единица површина S на осветлуваното тело.

$$A = \frac{\Phi}{S}$$

Единица за осветлување е лукс (lx).

**Луксометар е инструмент кој се користи за мерење на осветленоста.**



Слика 50. Луксиометар: Б)-Подвижен мерач на осветлувањето

Приемниот дел на лусметарот е еден фотоелемент кој претставува генератор на еднонасочна струја во кој се врши трансформација на светлосната електрична енергија. Фотоелемент е комбинација на два метала и полупроводник. Како полупроводник се користи селен или бакарен оксид.

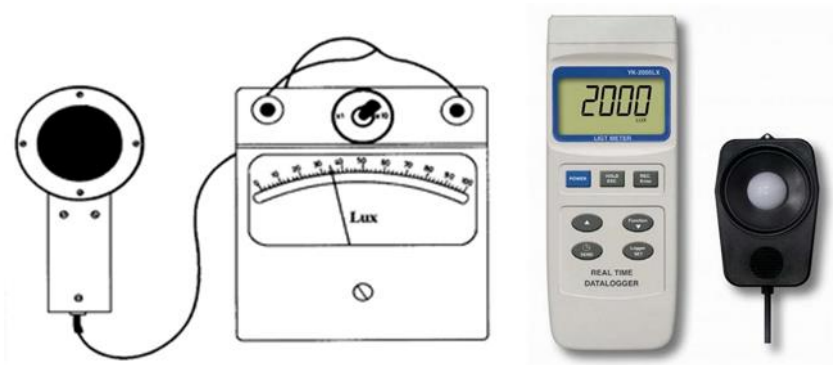
Долната плочка е од бакар на која е прицврстена полупроводна плочка од селен. Од горната страна преку селенот се става многу тенка скама од злато или од платина. Кога скамата ќе се осветли доаѓа до фотоелектричен ефект и се создава напон помеѓу неа и бакарната плочка.

Механизмот за претворање на светлоста во електрична енергија, односно механизмот на појавување на електрична струја е доста сложен. Накратко може да се сведе на следното:

Светлоста поминува низ горната скрамичка и паѓа врз горната површина на полупроводникот. Енергијата на светлоста се троши на исфрлање на електрони од полупроводникот, кој се наголемува под скамата и која се наелектризира негативно. Како последица на тоа, бакарната плочка станува позитивна. Ако горната и долната површина се поврзат во електричното коло ќе се јави фотоелектрична струја. Јачината на фотострујата ( $i_f$ ) која се генерира со овој механизам, во суштина е пропорционална на осветленоста  $A$ .

$$i_f = k_f A$$

каде  $k_f$  е коефициент на осетливост на фотоелементите.



Слика 51. Луксометар Лангеов (Lange); Б)-Подвижен Луксометар

Луксометар за мерење на светлоста во (Lux или Footcandle). Овој уред овозможува мерење на јачината на светлината и истовремено снимање на мерните инструменти. Овие податоци можат да се пренесат на сметач и да се анализираат. Друга верзија на уреди од типот на (LXT) служат за континуирано мерење. Овој систем се состои од сензори, трансмитери, дигитални покажувачи (уклучувачки. аналоген излез, гранични и алармни релеја). Употребата на луксометарот зазема место во сите подрачја на секојдневниот живот.

## 28. МЕРЕЊЕ НА ТЕМПЕРАТУРАТА НА ВОЗДУХОТ, ВОДАТА И ПОЧВАТА И ВИДОВИ НА ИНСТРУМЕНТИ

Мерење на температурата на воздухот

Температурата на воздухот се мери на метеоролошките станици на височина од 2 метра од земјината површина со термометри, термографи кои се поставуваат во метеоролошки куќички, во кои се заштитени од надворешни влијанија

.За мерење на темперетурата на воздухот се користат следните инструменти:

**-живин термометар**

**-минимален термометар**

**-максимален термометар**

**-термограф**

**-термоелектричен термометар**

**Живин термометар**-е основен инструмент за мерење на температурата на воздухот на метеоролошките станици.

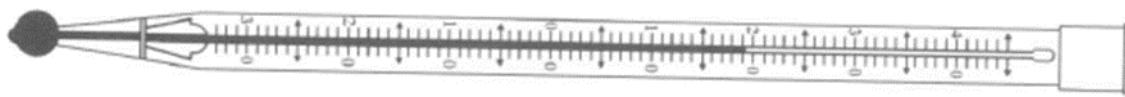
Составен е од :

-резервоар во кој има жива

-стаклена капилара

-скала изгравирана во степени целзиусови

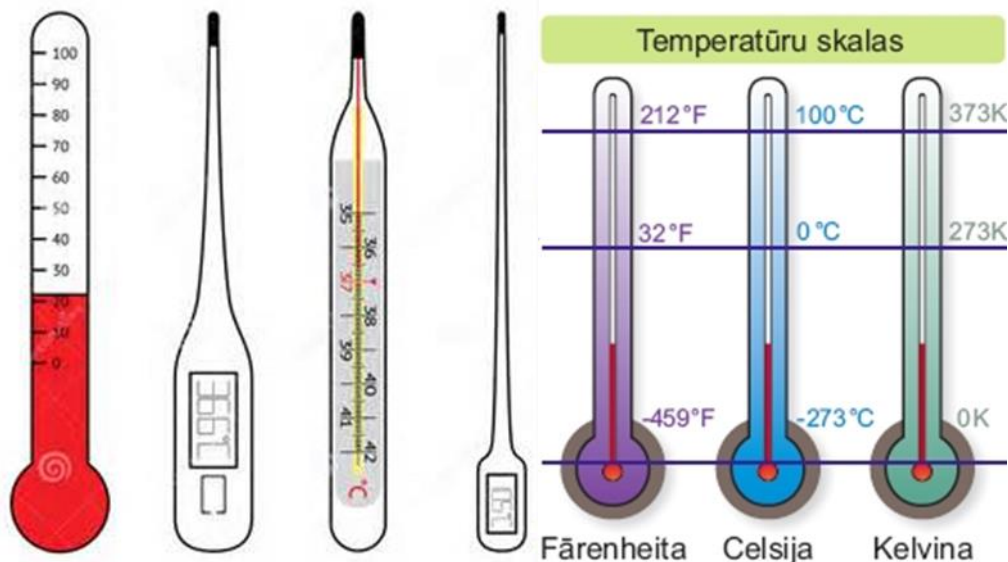
-заштитна стаклена цевка



Слика 52. Живин термометар

Максимален термометар—служи за одредување на највисоката температура на воздухот во текот на некој временски период, обично за 24 часа.

Неговиот резервоар е наполнет со жива, но се разликува од обичниот по стеснувањето на капиларата непосредно над резервоарот.



Слика 53. Видови на термометари

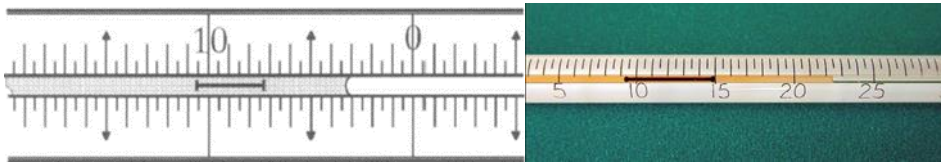
При пораст на температурата, живата се пробива низ теснецот, а ако температурата падне живата не го променува своето место, бидејќи не може да се врати назад низ теснецот.

Максималниот термометар е поставен хоризонтално, а по читањето се протресува за да се врати живата во резервоарот.

Минимален термометар—служи за одредување на најниски температури на воздухот на одредено време за 12 или 24 часа.

Тој е наполнет со чист безбоен алкохол. Капиларата на овој термометар е прилично поголема од останатите термометри. Во алкохолот во капиларата се наоѓа

мало стапче со главички од двата краја. Минималниот термометар се поставува строго хоризонтално.



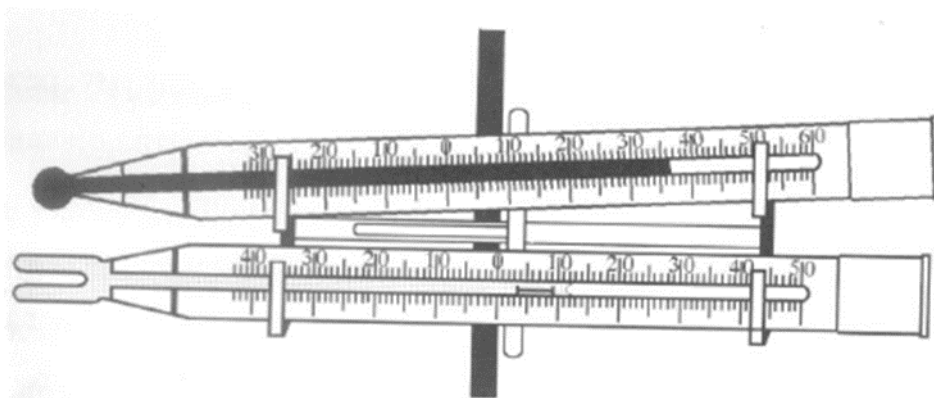
Слика 54. Минимален термометар

При снижување на температурата на воздухот, алкохолот се повлекува кон резервоарот на термометарот, крајот на минскот доаѓа до десниот крај на стапчето и го повлекува кон пониската температура.

Кога ќе престане паѓањето на температурата, ширењето на алкохолот ќе почне да расте при што алкохолот се враќа надесно, а стапчето останува на својата положба и со десниот крај ја одбележува најниската температура.

Местењето се врши со издигање на термометарот нагоре. Минимална температура на воздухот на 5 см над почвата

Минималниот термометар кој служи за ова мерење е идентичен со минималниот термометар и се поставува на посебен држач со капак. Капакот од термометарот се подигнува секоја вечер во 19 h, а мерењето се врши во 7 h по СЕВ кога и се наместува.



Слика 55. Максимален и Минимален термометар

Минимален термометар е инструмент кој служи за одредување на најниската, т. е. минималната температура на воздухот во текот на 24 часа. Резервоарот на овој термометар е исполнет со чист безбоен алкохол.

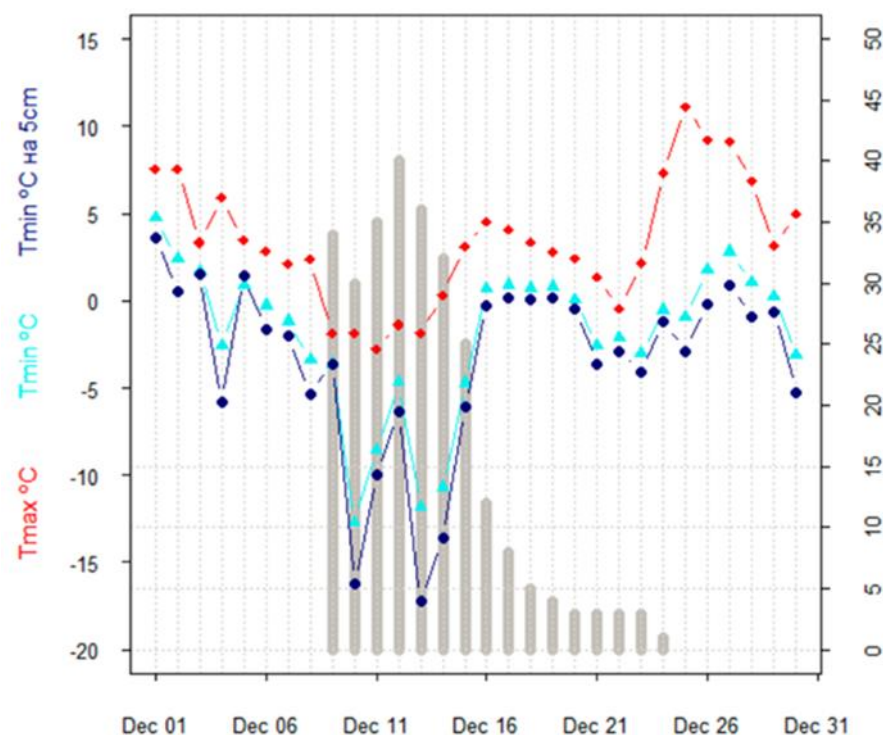


Слика 56. Минимален и максимален термометар

Алкохолот побавно се приспособува на надворешната температура поради што резервоарот на овој термометар има облик на вилушка, со цел што поголема површина да биде изложена на температурните промени. Во капиларата се наоѓа мало стаклено стапченце кое е заоблено на двата краја. Покрај ова стапченце алкохолот може слободно да се движи кога температурата се зголемува.

Кога вредноста на температурата се намалува, алкохолот се повлекува кон резервоарот, при што го повлекува и стакленото стапче, а кога температурата повторно се зголемува, алкохолот слободно минува покрај стакленото стапче, а тоа останува на местото каде што се наоѓало при најниската вредност на температурата.

При читањето инструментот се држи во вертикална положба, при што резервоарот се наоѓа од горната страна. Стакленото стапче под дејство на сопствената тежина се спушта до крајот на алкохолниот менискус.



3)-Дијаграм-Максимална температура на воздухот на 2 м височина; минимална температура на воздухот на 5 см и 2 м височина.



Слика 56. Електронски термометри

## 29. МЕРЕЊЕ НА ТЕМПЕРАТУРАТА НА ПОЧВАТА

За ова мерење се користат посебни термометри-геотермометри. Температурата на воздухот се мери на длабочина од 2; 5; 10; 20; 30; 50; и 100 см. **2.**



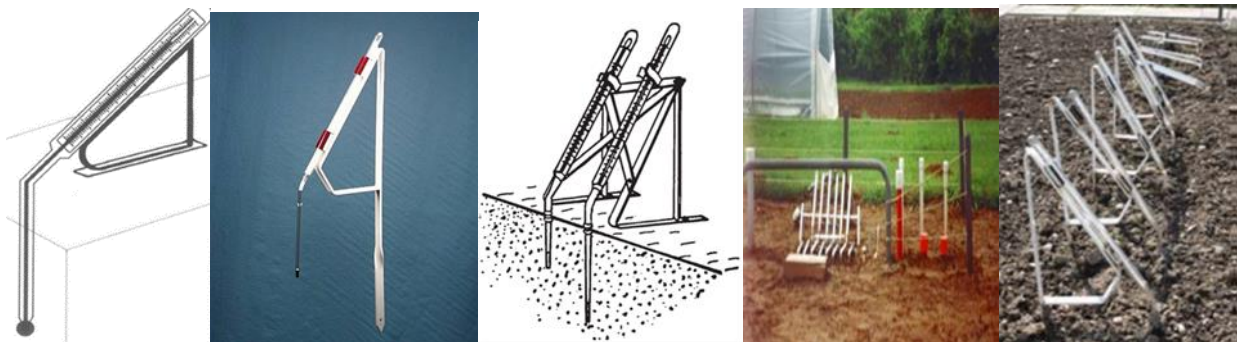
За мерење на температурата на почвата се користат коленести или геотермометри.

Геотермометарско поле. Геотермометрите се поставени на јужната страна на метеоролошкиот круг. Местото на кое се поставени мора да ги задоволува следниве услови:

- а. Да е без вегетација (1 m од геотермометарот во сите правци).*
- б. Да не паѓа сенка врз него од околните предмети.*
- в. Да е рамно, за време на дождовите да не се насобира вода.*

На геотермометарското поле се поставени геотермометри, најнапред коленести. Овие термометри се свиткани во форма на колено во агол од  $45^{\circ}\text{C}$ . Коленестите геотермометри се поставени на длабочина од 2 cm, 5 cm, 10 cm, 20 cm и 30 cm со растојание помеѓу термометарот од 10 cm, во зависност од длабочината на почвата на која сакаме да ја мериме температурата.

Постојат лактести и коленести геотермометри.



Слика 57. Коленести геотермометри





### Слика 58. Термометри за мерење температурата на почвата во длабочина

#### Термометри

Термометри за контактно и бесконтактно мерење на температурата во погони и лабалатории. Инфрацрвен мерач на температурата (ScanTemp 385). Погоден е за мерење во индустријата за одржување, греење, зрачење, климатизација и др.



Слика 59. 1)-Инфрацрвени термометри, 2)-Температурни сензори 3)-Термометри контактни

### 30.ОБРАБОТКА НА ТЕМПЕРАТУРАТА НА ПОЧВАТА

*Среднодневната температура на земјата ( $T_{dn}$ )* претставува аритметичка средина на температурните вредности прочитани во 7,14 и 21 часот, односно:

$T_{dn} = (T_7 + T_{14} + T_{21}) : 3$  ( $^{\circ}\text{C}$ ).  $T_{dn}$ -среднодневна температура на земјата (степен C),  $T_7, T_{14}, T_{21}$ - прочитани вредности на температурата на земјата во термините на набљудувањето.

*Средномесечната температура на земјата ( $T_{mes}$ )* претставува аритметичка средина на среднодневните температури на земјата.

*Средногодишната температура на земјата ( $T_{god}$ )* претставува аритметичка средина на средномесечните температури на земјата.

**Табела 3. Дневни вредности на температурата на земјата ( $^{\circ}\text{C}$ ) во термините на набљудувањето**

c								
m	2		10		30		50	

ча с	7	14	21	Tdn	7	14	21	Tdn	7	14	21	Tdn	7	14	21	Tdn
1	14. 6	18. 0	16. 0	16. 2	16. 2	17. 2	17. 2	16. 7	17. 4	17. 4	17. 6	17. 4	18. 0	18. 2	18. 0	18
2	13. 2	17. 0	15. 4	15. 2	15. 0	16. 0	16. 0	16. 6	17. 0	17. 0	17. 0	17	17. 7	17. 8	17. 6	17. 7
3	12. 8	17. 0	15. 6	15. 1	15. 0	16. 2	16. 2	16. 6	16. 8	16. 6	16. 8	16. 7	17. 6	17. 6	17. 4	17. 3
4	14. 6	16. 8	15. 6	15. 6	15. 6	16. 0	16. 0	16. 6	16. 8	16. 6	16. 8	10. 7	17. 4	17. 5	17. 4	17. 4
5	15. 0	15. 6	14. 0	14. 9	16. 0	16. 0	16. 0	15. 4	16. 8	16. 8	16. 6	16. 7	17. 4	17. 4	17. 2	17. 3
6	13. 0	14. 6	13. 4	13. 6	14. 6	14. 8	14. 8	14. 6	16. 0	16. 0	15. 8	15. 9	16. 8	16. 8	16. 6	16. 7
7	12. 6	13. 2	12. 8	12. 9	14. 0	14. 0	14. 0	14	15. 6	15. 4	15. 2	15. 4	16. 5	16. 4	16. 2	16. 4
8	11. 4	13. 0	12. 8	12. 4	13. 4	13. 8	13. 6	13. 6	14. 8	15. 0	14. 6	14. 8	15. 7	15. 7	15. 6	15. 6
9	13. 0	15. 2	14. 0	14. 1	13. 8	14. 6	15. 0	14. 5	15. 0	15. 0	15. 4	15. 7	15. 7	15. 8	15. 7	15. 7
10	11. 0	14. 2	13. 0	12. 7	13. 4	13. 6	14. 4	13. 7	15. 0	14. 8	14. 8	14. 9	15. 6	15. 7	15. 6	15. 6
11	13. 2	15. 6	14. 2	14. 3	14. 0	15. 0	15. 2	14, 7	15. 0	15. 0	15. 2	11. 1	15. 6	15. 6	15. 6	15. 6
12	13. 6	14. 6	14. 4	14. 2	14. 6	14. 8	14. 8	14. 7	15. 2	15. 2	15. 4	15. 3	15. 7	15. 6	15. 6	15. 6
13	13. 0	13. 2	12. 0	12. 7	14. 2	14. 0	13. 6	13. 9	15. 2	15. 0	15. 0	15. 1	15. 7	15. 7	15. 7	15. 6
14	10. 6	11. 0	10. 6	10. 4	12. 4	12. 2	12. 0	12. 2	14. 4	14. 0	13. 6	14	15. 4	15. 0	14. 6	15. 6
15	8.8	11. 6	10. 0	10. 2	11. 0	11. 6	11. 8	14. 5	13. 4	13. 0	13. 0	13. 1	14. 5	14. 4	14. 0	15. 6

16	8.0	11. 6	10. 0	29. 6	10. 4	11. 4	11. 8	11. 2	12. 8	12. 6	12. 8	12. 7	14. 0	14. 0	13. 6	
17	9.2	11. 0	10. 6	10. 2	10. 4	11. 0	11. 4	10. 5	12. 4	12. 4	12. 6	12. 4	13. 7	13. 2	13. 4	
18	10. 6	11. 0	10. 6	10. 7	11. 2	11. 4	11. 4	11. 3	12. 6	12. 4	12. 4	12. 4	13. 4	13. 4	13. 2	
19	10. 0	11. 6	9.8	10. 4	11. 2	12. 0	11. 6	11. 6	12. 6	12. 4	12. 6	12. 5	13. 4	13. 2	13	
20	8.4	10. 0	8.6	9	10. 2	10. 6	10. 4	10. 4	12. 2	12. 0	11. 8	12	13. 2	13. 2	13	
21	7.0	9.0	8.6	8.2	9.0	9.0	10. 0	9.3	11. 4	11. 0	11. 0	11. 1	12. 6	12. 4	12. 2	
22	9.0	10. 8	10. 0	9.9 3	10. 0	10. 4	11. 0	10. 4	11. 0	11. 0	11. 4	11. 1	12. 4	12. 2	12. 2	
23	8.4	10. 2	8.4	9	10. 0	10. 6	10. 4	10. 3	11. 6	11. 4	11. 4	11, 4	12. 4	12. 4	12. 2	
24	5.8	9.0	7.8	7.5 3	8.4	9.0	9.6	9	11. 0	10. 6	10. 2		11. 8	11. 8	11. 4	
25	8.4	10. 4	9.8	9.5 3	9.2	10. 2	10. 6	10	10. 8	10. 8	11. 0		11. 8	11. 8	11. 8	
26	8.6	9.4	7.0	8.3 3	10. 0	10. 0	9.8	9.9	11. 0	11. 0	10. 6		11. 6	11. 7	11. 4	
27	6.0	7.8	7.0	6,9 3	8.2	8.6	8.6	8.4 6	10. 6	10. 2	10. 2		11. 6	11. 6	11. 4	
28	5.6	7.0	6.0	6.2	7.4	7.6	7.8	7.6	9.8	9.6	9.4		11. 0	10. 7	10. 6	
29	6.2	8.4	8.0	4.8 9	7.8	8.6	8.8	8.4	9.6	9.6	9.8		10. 6	10. 6	10. 6	
30	7.6	9.2	8.2	8.3	8.4	9.0	9.4	8.5	9.8	9.6	9.6		10. 6	10. 6	10. 6	
T m																

es																
----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Длабочината на навлегувањето на нултата изотерма (D0) се определува според следната формула:

$$D_0 = d_1 + [(d_2 - d_1) : (t_2 - t_1)] \cdot |t_1| \text{ (cm)}$$

D<sub>0</sub> – длабочина на навлегување на нултата изотерма во см,  
d<sub>1</sub> – длабочина на последниот геотермометар со негативен термински минимум,  
d<sub>2</sub> – длабочина на наредниот геотермометар со позитивен термински минимум,  
t<sub>1</sub>, t<sub>2</sub> – термински минимум на температурата на земјата на длабочина d<sub>1</sub> и d<sub>2</sub>,  
|t<sub>1</sub>| – апсолутна вредност на терминскиот минимум на температурата на земјата на длабочината d<sub>1</sub>.

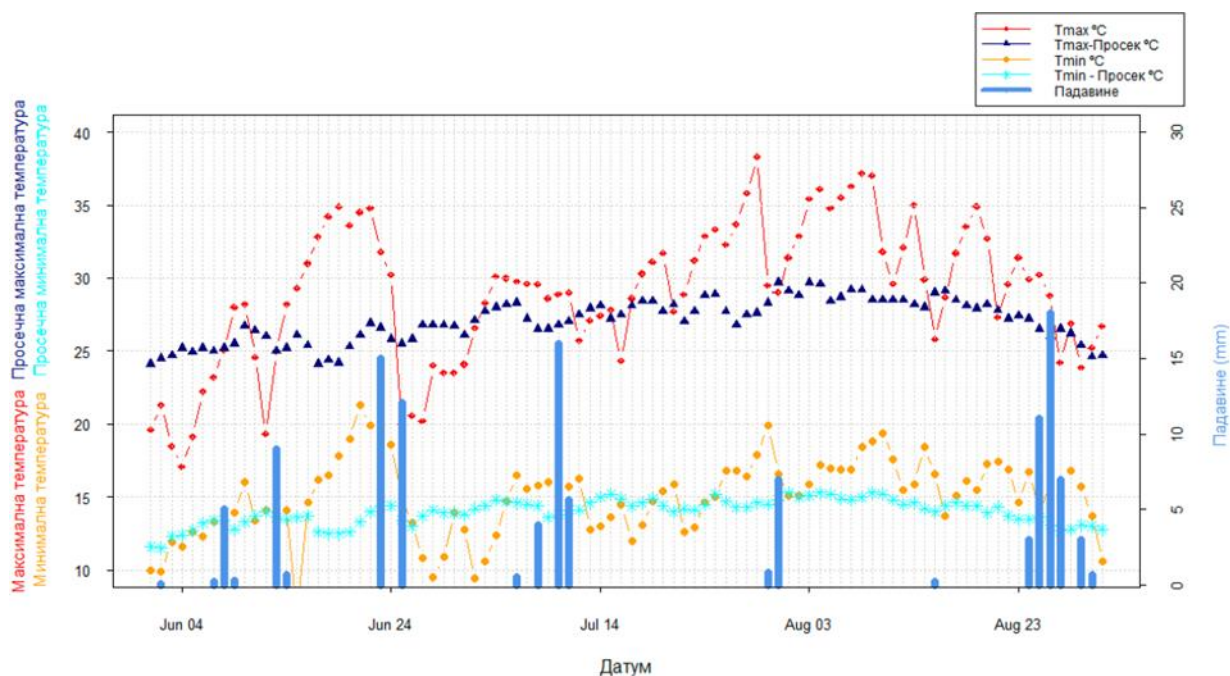
**Табела 4. Апсолутни термински минимуми на температурата на земјата**

Длабочина						
2cm	5cm	10cm	20cm	30cm	50cm	100cm
-4.6	-3.8	-1.4	-0.2	0.4	0.5	3.3
-1.8	-0.4	-0.1	-0.4	0.4	1.2	3.3
-6.0	-5.8	-2.4	-0.8	0.1	0.8	3.7
-2.1	-1.4	-0.8	0.0	0.4	0.7	4.4
-1.6	-0.8	-0.4	0.1	0.6	0.7	4.9

**Табела 5. Длабочина на нулта изотерма (D0)**

d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	t <sub>2</sub> (d <sub>2</sub> )	t <sub>1</sub> (d <sub>1</sub> )	Примена на формула	D <sub>0</sub>
20	30	0.4	- 0.2		23,3
20	30	0.4	- 0.4		25
20	30	0.1	- 0.8		28.9
10	20	0.0	- 0.8		20
10	20	0.1	- 0.8		18
					X 19

**Слика 47. Графичкото прикажување на температурата на земјата**

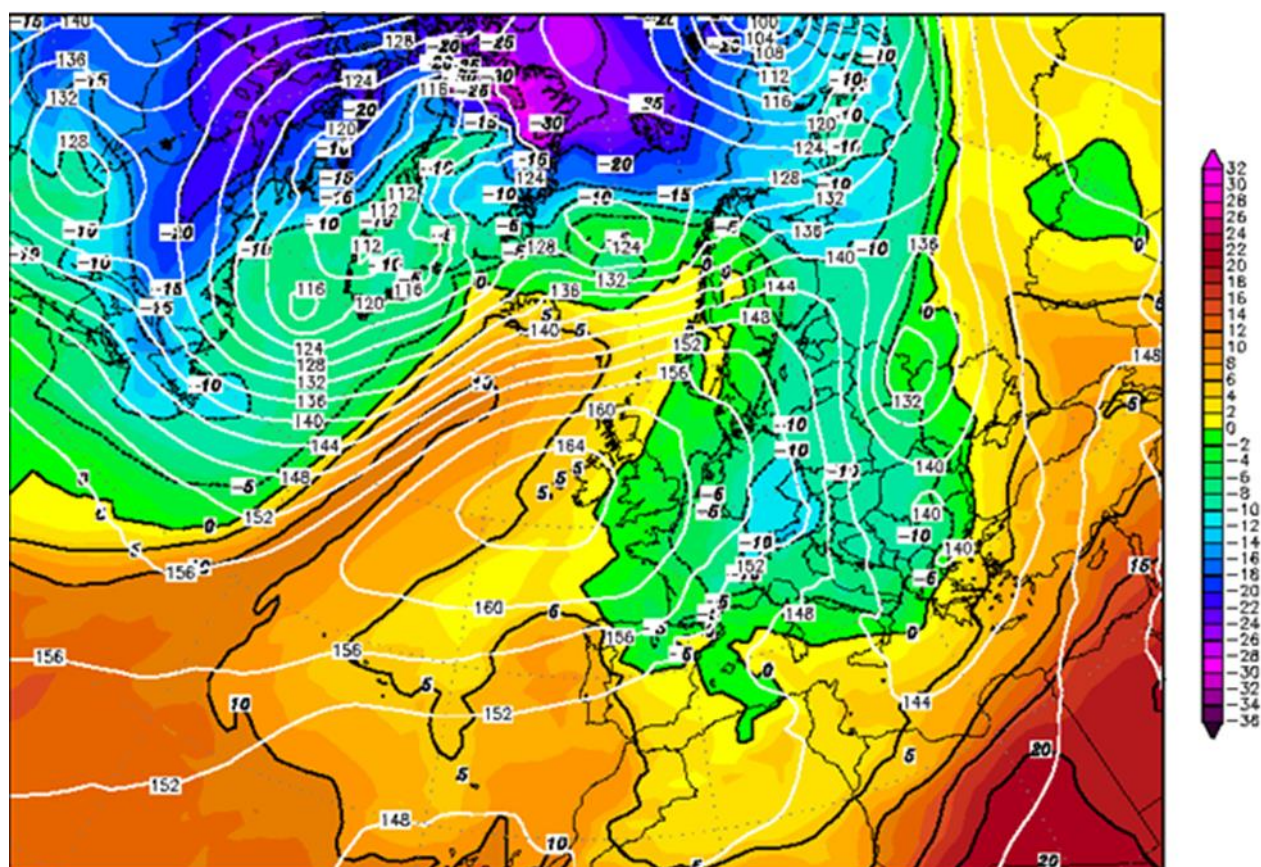


4) Дијаграм. Просечна максилмална и минимална температура на воздухот, нивно отстапување од просекот и просечни врнежи.

Графичкото прикажување на температурата на земјата се врши со:

1. *Таутохрони линии* - ја претставуваат температурата на земјата на различни длабочини во ист час од денот. Се цртаат во координатен систем во кој на ординатата се земаат длабочините во земјата (cm), а по апсцисата степените на температурата (степени C).

2. *Изоплети* - линии кои ги поврзуваат истите вредности на температурата на различни длабочини во текот на годината. Се цртаат во координатен систем во кој по ординатата се зема длабочината, а по апсцисата месеците.



Слика 1. Метеограм

### 31. МЕРЕЊЕ НА ТЕМПЕРАТУРАТА НА ВОДАТА

За ова мерење се користат обични термометри кои се внесени во специјален заштитник.

Долната граница на мерење е  $-5^{\circ}\text{C}$ .



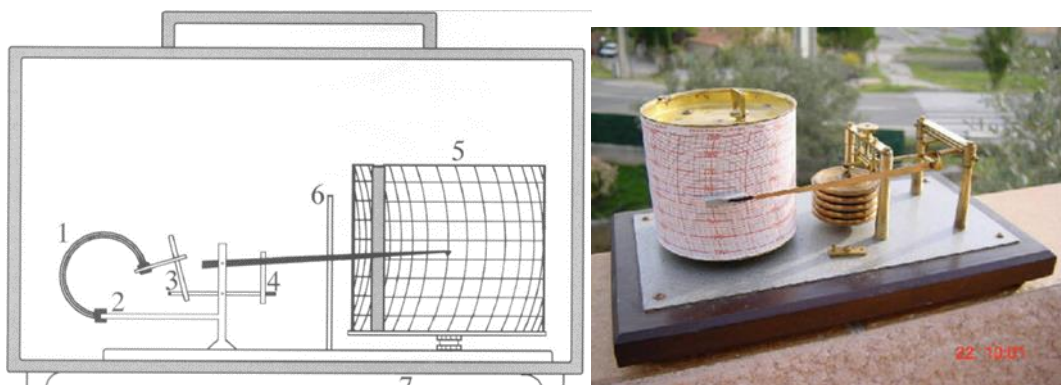


Слика 60. Термометар со заштитник за мерење на температурата на водата

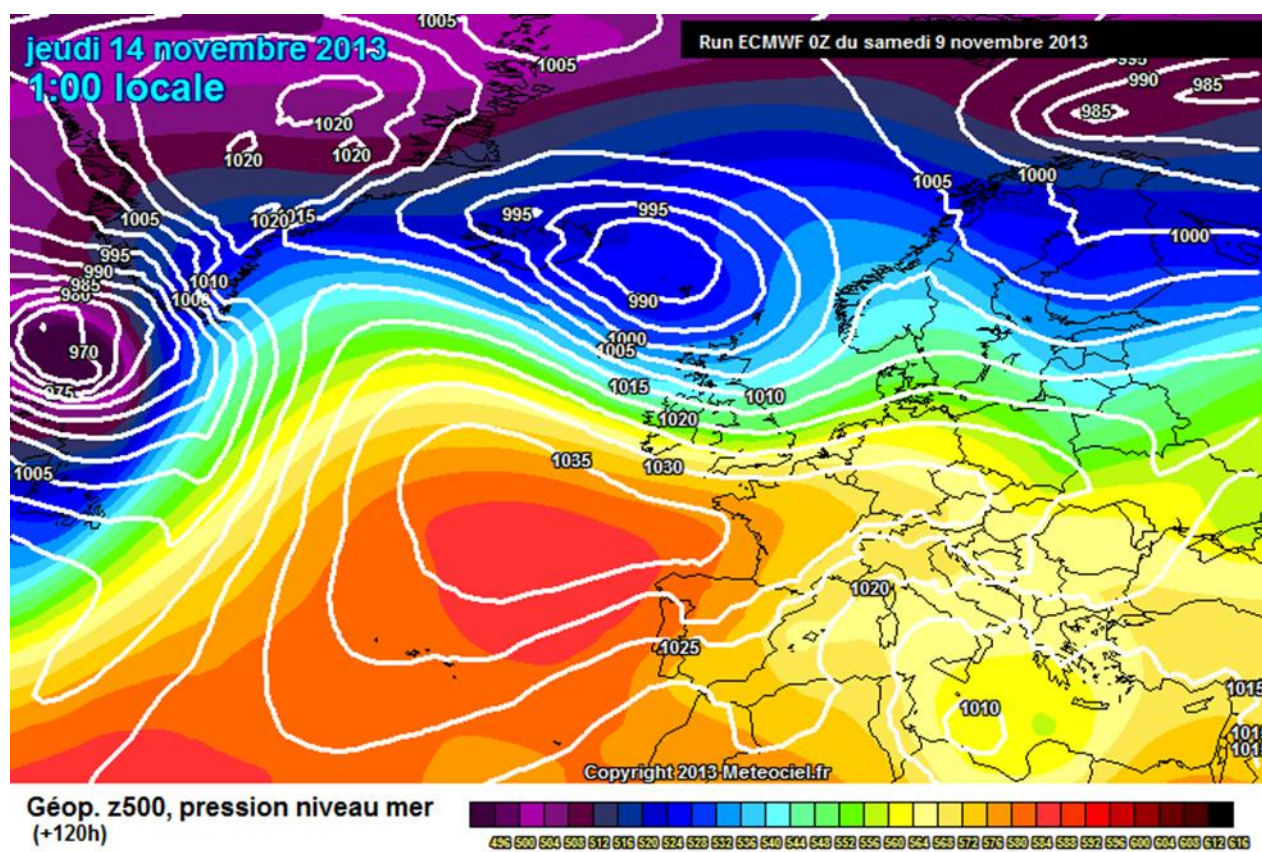
### 32.ТЕРМОГРАФ

Термограф е инструмент кој непрекинато ја бележи температурата на воздухот. Неговиот приемен дел е направен од биметален прстен кој е поврзан со основата на термографот, а другиот дел се шири или собира во зависност од промената на температурата на воздухот.

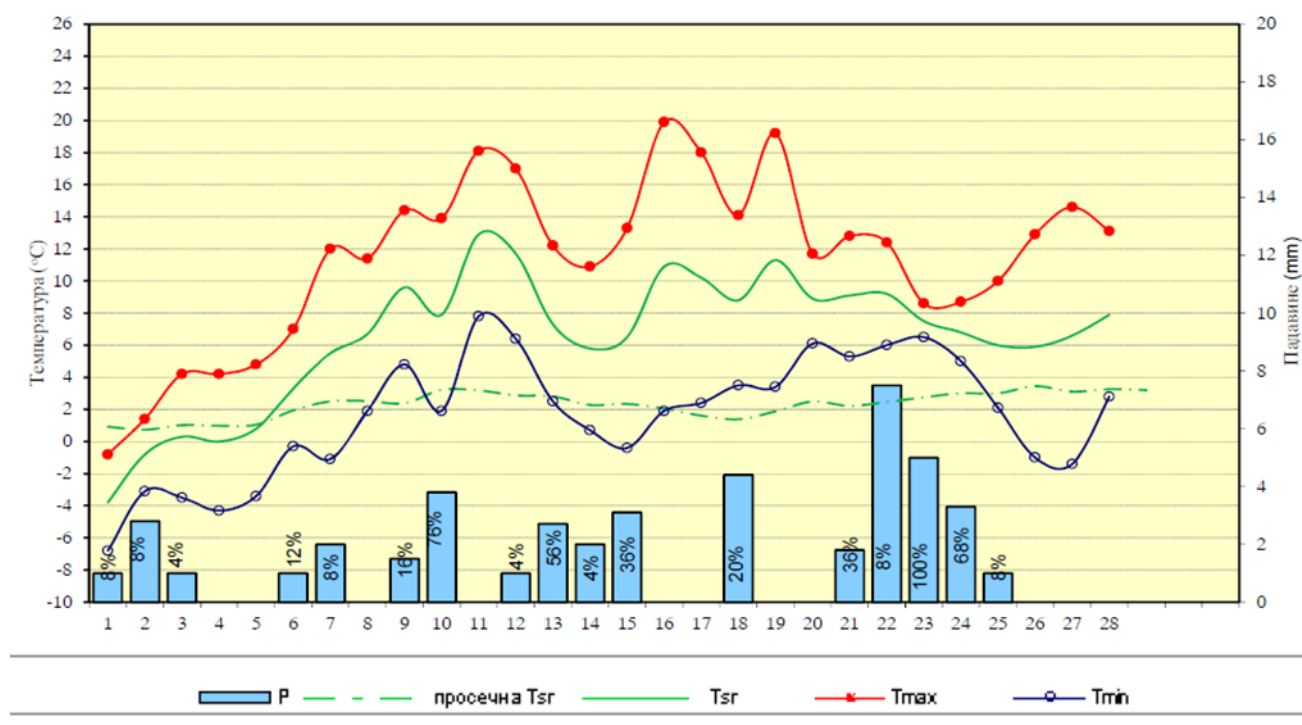
Промените на биметалниот прстен се пренесуваат преку преносниот систем на чиј крај се наоѓа перце со мастило кое на дијаграмот ја бележи температурата на воздухот.



Слика 61. Термограф: 1)-Биметална плоча, 2-систем на лостови, 3-уред за регулација, 4-уред за пишување, 5-пишувачка лента која е поставена на валјак со саатен механизам, 6-шипка за растојание на перото.



## 2)-Метеограм-температура



## 5)-Дијаграм за температура



## 33. ОБРАБОТКА НА ТЕМПЕРАТУРАТА НА ВОЗДУХОТ

Среднодневната температура на воздухот ( $T_{dn}$ ) се определува според следната формула:

$$T_{dn} = (T_7 + T_{14} + 2 T_{21}) : 4 (^{\circ}\text{C})$$

$T_{dn}$  – среднодневна температура на воздухот ( $^{\circ}\text{C}$ )

$T_{max}$  – максимална температура на воздухот ( $^{\circ}\text{C}$ )

$T_{min}$  – минимална температура на воздухот ( $^{\circ}\text{C}$ )

Во табелата се дадени вредностите на максималната ( $T_{max}$ ) и минималната температура на воздухот ( $T_{min}$ ) за месец јуни. Определете ја вредноста на среднодневната температура на воздухот ( $T_{dn}$ )? Направете споредба помеѓу вредностите добиени според наведените формули?

**Табела 5. Максимална ( $T_{max}$ ) и минимална ( $T_{min}$ ) температура на воздухот ( $^{\circ}\text{C}$ )**

Ден	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$T_{max}$	29.8	30.7	28.2	29.6	31.3	31.5	28.0	28.7	28.8	29.0	28.9	29.8	34.0	28.5	33.2
$T_{min}$	17.5	20.6	11.0	14.0	13.3	13.7	16.4	11.4	12.8	15.5	15.8	15.6	17.4	16.8	16.5
$T_{dn}$	26.6	25.6	19.6	21.8	22.3	22.6	22.2	20.8	20.8	22.3	22.3	22.7	25.7	22.0	24.8
$T_{dn}$	24.4	24.0	20.5	22.0	23.5	24.2	20.1	21.2	22.8	22.2	23.6	24.7	25.0	23.6	22.8
Ден	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$T_{max}$	33.8	33.2	33.2	31.0	32.1	33.6	34.2	33.6	32.7	36.4	32.3	29.5	29.4	31.6	32.6
$T_{min}$	15.6	17.6	16.6	15.5	16.0	15.4	16.2	17.6	17.0	19.0	16.8	16.6	15.4	20.4	17.4
$T_{dn}$	24.7	25.4	24.9	29.3	24.1	24.9	25.2	25.6	4.9	7.7	4.6	5.6	22.4	26.0	25.0
$T_{dn}$	25.3	26.0	23.0	24.8	25.3	25.5	25.9	25.7	26.4	28.3	25.0	23.1	23.4	24.9	23.7

Со цел да се елиминираат екстремните отстапувања на среднодневната температура на воздухот во одделни години во ист ден од просечната вредност на температурата на истиот тој ден за целиот испитуван период се врши изедначување на *среднодневните температури на воздухот* според следната формула:

$$C_m = (a + 2b + 3c + 2d + e) : 9$$

$C_m$ - изедначена среднодневна температура на воздухот,

c - среднодневна температура на воздухот на испитуваниот ден,

a, b- среднодневна температура на воздухот на двата претходни дена,

d, e-среднодневна температура на воздухот на двата наредни дена.

Среднодневните температури на воздухот се многу значајни за земјоделството.

Под *честота на среднодневните температури на воздухот* се подразбира бројот на денови во месецот со приближно иста вредност на среднодневната температурата на воздухот. При одредувањето на честотата, вредностите на среднодневните температури на воздухот се заокружуваат на цели броеви. Според големината на вредноста на температурата се редат во низа, а потоа се определува бројот на нивното повторување во низата. Најголемиот број на повторувања ја дава вредноста на најчестата среднодневната температура на воздухот.

**Табела 6. Среднодневната температура на воздухот со месец април (°C)**

Ден	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
°C	22	24	23	22	22	23	24	23	25	25	26	26	26	18	19
Ден	16	17	18	19	20	23	22	23	25	25	26	27	28	29	30
°C	19	21	20	22	24	26	27	26	24	24	26	19	19	22	24
Според големина															
Честота															

Под *меѓудневна, односно интердуирана променливост на температурата на воздухот* се подразбира разликата на среднодневната температура меѓу два последователни дена. За првиот ден во испитуваниот месец се зема вредноста на среднодневната температура на воздухот од последниот ден во претходниот месец. Разликите, независно од предзнакот, се собираат и се делат со бројот на деновите во испитуваниот месец.

**Табела 7. Среднодневната температура на воздухот (°C) во месец јуни**

де н	31. V	1.V I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Td n	20. 3	21. 0	23. 2	23. 1	22. 4	22. 2	23. 0	24. 0	22. 8	24. 5	25. 2	27. 3	26. 2	25. 5	18. 1	18. 9
де н	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Td n	19. 0	20. 8	20. 2	22. 2	24. 0	25. 6	26. 6	25. 6	22. 5	23. 6	25. 8	18. 6	19. 3	21. 9	24. 2	X

*Средномесечната температура на воздухот ( $T_{mes}$ )* претставува аритметичка средина на среднодневните температури на воздухот, односно:

$$T_{mes} = (T_{dn1} + T_{dn2} + \dots + T_{dn, 28,29,30,31}) : n (^{\circ}\text{C})$$

$T_{mes}$  – средномесечна температура на воздухот ( $^{\circ}\text{C}$ )

$T_{dn,1,2,\dots,28,29,30,31}$  – среднодневна температура на воздухот на првиот, вториот и т.н., сè до последниот ден во испитуваниот месец.

$n$  – број на денови во месецот.

*Средногодишната температура на воздухот ( $T_{god}$ )* претставува аритметичка средина на средномесечните температури на воздухот. Се определува според следната формула:

$$T_{god} = (T_{mesI} + T_{mesII} + \dots + T_{mesXII}) : 12 (^{\circ}\text{C})$$

$T_{god}$  – средногодишната температура на воздухот ( $^{\circ}\text{C}$ )

$T_{mes}$  – средномесечна температура на воздухот ( $^{\circ}\text{C}$ )

12 – број на месеци во годината.

Покрај бројното искажување, температурните промени на воздухот можат да се прикажат и *графички*, во координатен систем, во кој по ординатата се нанесува вредноста на температурата ( $^{\circ}\text{C}$ ), а по апсцисата времето (част, ден, пентада, декада, месец).

Најсоодветен е следниот размер: *по апсцисата 1 cm да претставува 1 h, а по ординатата 1 cm да претставува 1 $^{\circ}\text{C}$*

Долната граница на температурата на која растенијата навлегуваат во одредена фаза од нивниот развој се нарекува биолошки минимум, односно тој претставува најниска температура на воздухот кој можат да се одвиваат физиолошките процеси. За поголем број поделелски култури, биолошкиот минимум изнесува 5 ( $^{\circ}\text{C}$ ), за виновата лоза 10 ( $^{\circ}\text{C}$ ), а за суптропските 15 ( $^{\circ}\text{C}$ ).

Сите температури на воздухот кои имаат вредност над биолошкиот минимум за одредена фаза од развојот на растението се нарекуваат *активни температури*.

Разликата меѓу активните температури и биолошкиот минимум на културата ја дава вредноста на *ефективните температури*.

**Табела 8. Среднодневна температура на воздухот, (°C),IV-X**

Ден	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1	11.2	15.0	17.1	23.1	23.6	15.9	20.0
2	13.2	15.4	18.6	25.7	23.9	20.2	20.5
3	13.6	12.6	19.4	27.7	24.6	23.5	16.6
4	16.4	13.8	21.6	30.1	25.5	19.5	18.7
5	16.2	15.1	21.6	31.4	26.2	14.2	17.2
6	13.2	16.2	26.0	29.2	26.4	14.5	18.1
7	7.0	18.0	25.0	27.5	28.1	15.8	15.4
8	6.2	19.6	24.4	31.4	23.7	17.9	14.2
9	8.5	19.6	21.0	24.0	26.1	16.7	13.8
10	9.8	21.4	19.4	22.7	23.3	18.5	15.2
11	9.6	20.4	22.1	26.5	25.7	20.2	16.1
12	13.4	21.3	24.0	28.6	26.4	21.1	16.9
13	16.6	21.5	27.2	20.1	26.8	20.6	17.8
14	16.0	18.4	25.8	20.8	26.6	21.1	17.4
15	16.8	19.2	25.7	18.3	27.7	22.7	16.6
16	18.2	18.4	21.2	19.9	26.1	22.8	14.9
17	19.2	19.5	17.4	22.0	25.3	23.2	16.8
18	18.6	20.0	17.3	22.7	27.0	24.4	15.9
19	17.9	21.2	18.3	21.2	27.7	23.3	12.4
20	15.1	21.3	21.1	21.0	27.8	22.6	11.0
21	17.7	17.8	24.0	20.7	28.4	25.1	10.0
22	18.4	20.9	25.6	23.5	28.8	19.4	9.5
23	17.7	17.2	27.2	24.2	29.6	15.4	10.5
24	19.3	18.7	27.0	26.7	28.5	16.6	11.2
25	13.6	18.8	27.8	29.8	25.9	16.2	10.0
26	15.0	20.6	18.2	31.4	21.8	14.6	9.1

27	17.5	21.6	20.6	29.2	20.6	15.0	11.4
28	18.0	22.6	21.8	30.0	21.0	14.4	10.0
29	18.0	21.4	19.2	26.4	23.1	15.8	8.7
30	17.4	17.6	20.8	24.2	23.2	18.3	10.6
31		21.2		23.1	23.4		11.0
Акт.ден	25	31	30	31	30	28	20
AktT $\Sigma$	48.2	186.3					
EfT $\Sigma$	158.2	276.3					

*Дневна максимална, односно минимална температура на воздухот претставува највисока, односно најниска температура на воздухот.*

*Средномесечна максимална, односно минимална температура на воздухот претставува месечна аритметичка средина на дневните максимални, односно минимални температури на воздухот.*

*Средногодишна максимална, односно минимална температура на воздухот претставува аритметичка средина на средномесечните максимални, односно минимални температури на воздухот во една година.*

*Просечна месечна максимална, односно минимална температура на воздухот претставува месечна и годишна аритметичка средина за повеќегодишен период на мерења.*

За практични потреби, особено во земјоделството, често се користат податоци за бројот на деновите со определени гранични вредности на екстремните температури на воздухот. Дефинициите со одредени гранични вредности на екстремните температури на воздухот се дадени во табелата.

**Табела 9. Денови со определени гранични вредности на екстремните температури на воздухот**

Ден	Tmax(°C)	Tmin (°C)
Мразен ден		< 0
Леден ден	< 0	
Летен ден	≥ 25	
Тропски ден	≥ 30	
Трпоска ноќ		≥ 20

За да се одреди должината на траењето на мразниот, односно безмразниот период е неопходно одредување на датумите на првиот есенски и последниот пролетен мраз. Според табелата се одредува редниот број на денот во годината за секоја година посебно. Се пронаоѓат аритметичка средина на редните броеви на деновите во годината за испитуваниот период. Добиениот број претставува просечен реден ден во годината за првиот, односно следниот мраз.

Со помош на табелата се пронаоѓа на кој датум одговараат просечните редни денови во годината. Пронајдените датуми ги претставуваат просечните датуми на појава на првиот есенски и последниот пролетен мраз.

**Табела 10. Претворање на редниот број на денот во датум и обратно**

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	32	60	91	121	152	182	213	244	274	305	335
2	33	61	92	122	153	183	214	245	275	306	336
3	34	62	93	123	154	184	215	246	276	307	337
4	35	63	94	124	155	185	216	247	277	308	338
5	36	64	95	125	156	186	217	248	278	309	339
6	37	65	96	126	157	187	218	249	279	310	340
7	38	66	97	127	158	188	219	250	280	311	341
8	39	67	98	128	159	189	220	251	281	312	342
9	40	68	99	129	160	190	221	252	282	313	343
10	41	69	100	130	161	191	222	253	283	314	344
11	42	70	101	131	162	192	223	254	284	315	345
12	43	71	102	132	163	193	224	255	285	316	346
13	44	72	103	133	164	194	225	256	286	317	347
14	45	73	104	134	165	195	226	257	287	318	348
15	46	74	105	135	166	196	227	258	288	319	349
16	47	75	106	136	167	197	228	259	289	320	350
17	48	76	107	137	168	198	229	260	290	321	351
18	49	77	108	138	169	199	230	261	291	322	352
19	50	78	109	139	170	200	231	262	292	323	353
20	51	79	110	140	171	201	232	263	293	324	354
21	52	80	111	141	172	202	233	264	294	325	355

22	53	81	112	142	173	203	234	265	295	326	356
23	54	82	113	143	174	204	235	266	296	327	357
24	55	83	114	144	175	205	236	267	297	328	358
25	56	84	115	145	176	206	237	268	298	329	359
26	57	85	116	146	177	207	238	269	299	330	360
27	58	86	117	147	178	208	239	270	300	331	361
28	59	87	118	148	179	209	240	271	301	332	362
29		88	119	149	180	210	241	272	302	333	363
30		89	120	150	181	211	242	273	303	334	364
31		90		151		212	243		304		365

*Екстремни датуми* на појава на мраз се најраниот датум на појава на првиот есенски, односно најдоцниот датум на појава на последниот пролетен мраз во испитуваниот период.

*Траењето на мразниот период* се определува како разлика помеѓу бројот на деновите во годината која одговара на датумот на појава на првиот есенски мраз. Добиениот број се собира со редниот број на денот во годината кој одговара на датумот на појавата на последниот пролетен мраз.

*Траењето на безмразниот период* се определува како разлика помеѓу бројот на деновите во годината и должината на траењето на мразниот период.

Во табелата е даден преглед на датумите на појава на првиот есенски и последниот пролетен мраз. Одредете ги: просечните датуми на појава на првиот есенски, односно последниот пролетен мраз и должината на траење на мразниот, односно безмразниот период?

**Табела 11. Преглед на појава на првиот есенски и последниот пролетен мраз со интензитет (°C)**

Прв есен.мраз	Интензитет (°C)	Ред. бр. на ден во год.	Посл. пролет мраз	Интензитет (°C)	Ред бр. на ден во год.	Мразен период	Безмразен период
28.10	-2.1	301	16.04	-0.5	106	176	195



10.10	-1.8	103	18.04	-3.3	108	159	211
28.10	-0.5		31.03	-0.7	90	139	226
6.11	-1.4	310	25.03	-1.8	84	151	252
30.11	-1.4	334	23.03	-1.5	82		214
04.11			4.4		94		
10.10			18.4				

Потенцијалното, односно возможното траење на сончевиот сјај претставува вкупно возможно траење на сончевиот сјај, а може да се дефинира и како вкупен број часови од изгревот до залезот на сонцето. Се изразува во часови (h).

Во табелата 12 се прикажани вредностите на потенцијалното, односно возможното траење на сончевото зрачење, во зависност од географската ширина и од годишното време.

МЕСЕЦ	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
40	300	(311) 299	371	398	446	448	455	425	373	345	299	290
41	298	(309) 298	370	399	449	452	458	426	374	344	297	287
42	295	(307) 296	370	401	451	455	461	428	374	343	294	284
43	292	(306) 295	370	402	454	459	464	430	374	341	292	280
44	289	(304) 293	370	404	457	463	468	432	375	340	289	277
45	286	(303) 291	370	405	460	466	471	435	375	339	286	274
46	282	(301) 290	370	407	463	470	475	437	376	338	284	269
47	279	(299) 288	369	408	467	475	479	439	376	336	281	265

Релативното траење на сончевиот сјај (R) претставува однос помеѓу вистинското и потенцијалното (возможното) траењето на сончевиот сјај, помножен со 100, односно:

$$R = (a : b) \cdot 100 (\%)$$

R – релативно траење на сончевиот сјај изразено во проценти (%)

a – вистинско траење на сончевиот сјај изразено во часови (h)

b - возможно (потенцијално) траење на сончевиот сјај изразено во часови (h)

Просечниот број на часови со сончев сјај на еден ден (N) претставува однос помеѓу вистинскиот број на часови со сончев сјај во еден месец и бројот на деновите во истиот тој месец, односно:

$$N = m : d \text{ (h/den)}$$

N – просечен број на часови со сончев сјај на еден ден изразено во часови за еден ден (h/den)

m – вистински број на часови со сончев сјај во испитуваниот месец

d – број на денови во месецот

Месечната сума на осончувањето претставува збир на дневните должини на траењето на осончувањето.

Годишната сума на осончувањето (G) претставува збир на месечните суми на осончувањето, а просечната годишна сума на осончувањето ( $X_g$ ) претставува аритметичка средина на годишните суми на осончувањето. Просечната месечна сума на осончувањето ( $X_m$ ) се добива кога збирот на месечните суми на осончувањето ќе се подели со бројот на годините во испитуваната низа.

**Табела 13. Вредности за должината на траењето на осончувањето**

месец	(h)	R (%)	N (h/den)
I	77	29	2
II	112	37	4
III	164	44	5
IV	180	45	6
V	236	52	7
VI	285	64	9
VII	312	67	10
VIII	327	76	10
IX	219	58	7
X	145	42	4
XI	92	31	3
XII	61	21	1

Во табелата за некоја станица A (на географска ширина од 42 степени и 1 минута) се прикажани вредностите на должината на траењето на осончувањето и одредено е релативното траење на сончевиот сјај (R) и просечниот број на часови со сончев сјај во еден ден.

Поимот „сјаење на сонцето дефинира состојба кога сончевиот диск ги осветлува предметите посилено од дифузното зрачење, односно се појавуваат сенки зад осветлените предмети.

#### 34. АТМОСФЕРСКИ (ВОЗДУШЕН) ПРИТИСОК

Воздушниот притисок кој, исто така, претставува предмет на проучување на метеорологијата, претставува значајна појава за земјоделското производство. Воздухот како материја која го исполнува просторот од површината на почвата, па сè до големите височини, има своја тежина со која притиска врз површината на земјата. Доколку како единица површина се земе  $1 \text{ cm}^2$ , притисокот кој го прави тежината на овој воздух на одредена површина се нарекува атмосферски или воздушен притисок.

Промените на атмосферскиот притисок што се случуваат во текот на денот, месецот или на годишно ниво, ја наметнуваат потребата од негово континуирано мерење.

Бидејќи воздухот е материја која има сопствена тежина, атмосферата врши притисок врз земјината површина и врз сите објекти на неа, вклучувајќи ги и сите суштества.

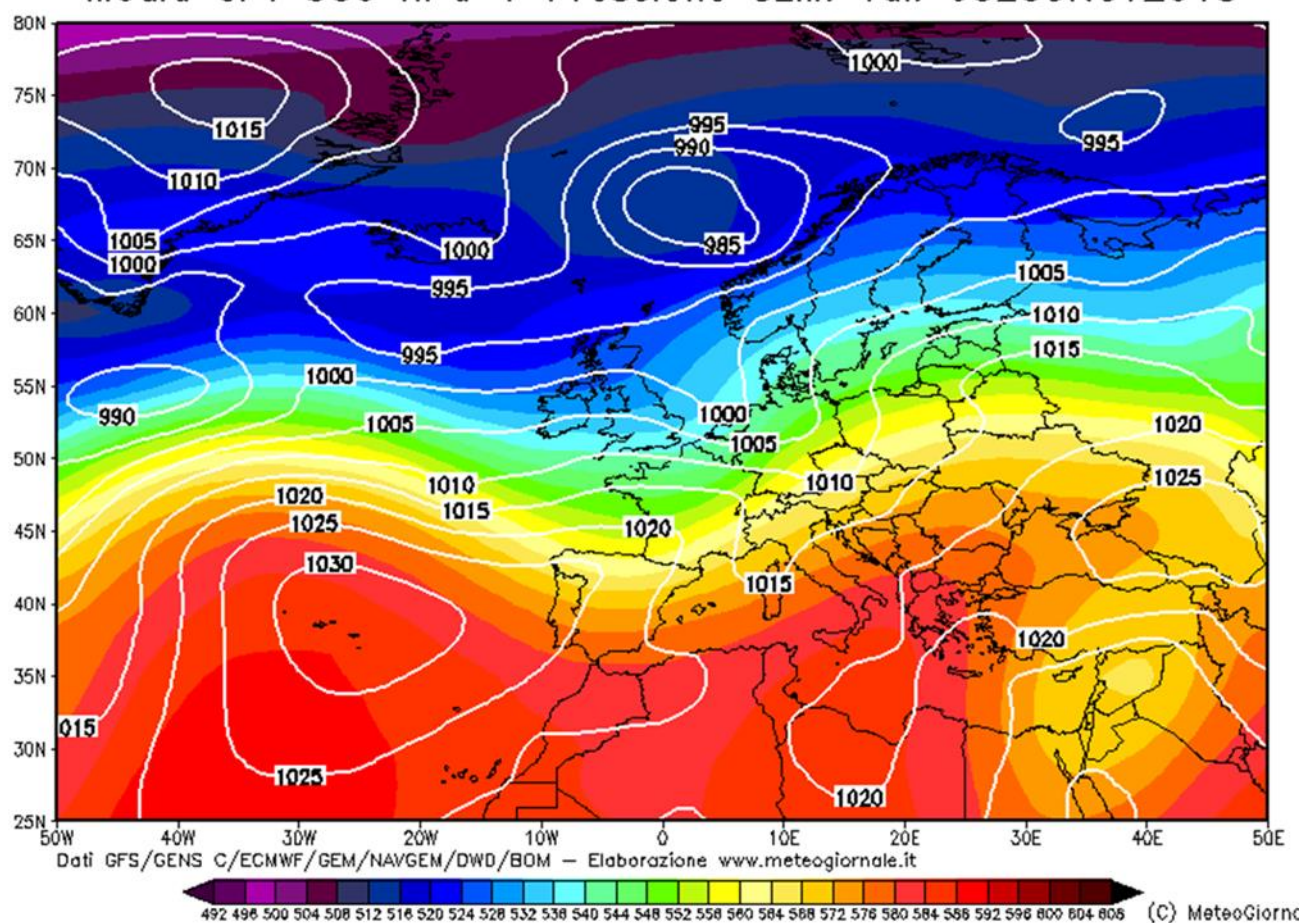
Разбирливо е дека атмосферскиот, односно воздушниот притисок е пропорционален со густината на воздухот. Аналогно, со промената и зголемувањето на притисокот на водата во океаните, во зависност од длабочината, расте и атмосферскиот притисок со зголемувањето на длабочината на „воздушниот океан“, па според тоа, тој е најголем на дното, односно на земјината површина.

Воздушната обвивка околу Земјата со својата тежина врши притисок на нејзината површина и на сите предмети на неа. Кога воздухот би се наоѓал во положба на мирување, воздушниот притисок би бил секогаш ист. Бидејќи воздухот се наоѓа во непрекинато движење, е неопходно да се врши постојано мерење на воздушниот притисок.

Промената на воздушниот притисок е одраз на процесите и појавите во атмосферата. Воздушниот притисок се изразува со височина на живиниот столб на кој влијаат температурата на воздухот, земјиното забрзување, географската широчина и надморската височина. Како нормален воздушен притисок се користи вредноста на височината на живиниот столб на барометарот, на температура од 0 степени Целзиусови, на географска широчина од 45 степени и 0 m надморска височина.

Стандардни единици со кои се мери воздушниот притисок се милибари (mb) или хектопаскали (hPa).

Media GPT 500 hPa + Pressione SLM: Val. 00Z09NOV2013



### 3)-Метеограм-За притисокот на воздухот

#### 35. ДНЕВЕН И ГОДИШЕН ÔД НА ВОЗДУШНИОТ ПРИТИСОК

Воздушниот притисок, како и другите метеоролошки елементи има свој дневен и годишен ôд. Тој е под влијание на многу периодични и непериодични (дневни и годишни) фактори. Особено голема правилност има дневниот ôд на воздушниот притисок.

Тој има облик на двоен бран, при што се јавуваат по два минимума и по два максимума, од кои по еден примарен и по еден секундарен. Примарниот максимум е највисока вредност на воздушниот притисок кој се јавува околу 10 часот, додека примарниот минимум околу 16 часот. Минимумите се јавуваат околу 4 и 16 часот, а максимумите околу 10 и 22 часот според месното време.

### 36. ВОЗДУШНИ СТРУЕЊА ВО АТМОСФЕРАТА

Вредностите на воздушниот притисок настојуваат да се изедначат помеѓу себе и како резултат на тоа меѓусебно изедначување настануваат одредени движења на воздушните маси кои можат да бидат хоризонтални, вертикални и коси.

Вертикалните движења на воздухот можат да бидат нагорни (асцидентни) и надолни (десцидентни) и со еден збор се нарекуваат атмосферски или воздушни струења, а хоризонталните, односно косите струења со еден збор се наречени ветрови.

Благодарение на вертикалните нагорни струења се оневозможува голема концентрација на додатоци во приземните слоеви на земјината кора. Овие струења дејствуваат како филтер, односно прочистувачи на воздухот со тоа што ветерот претставува векторска големина, со што се разликува од другите метеоролошки елементи.

Правецот на ветерот се одредува според географските страни на светот, односно според онаа точка на хоризонтот од која ветерот дува.

За одбележување на правецот на ветерот постојат таканаречени рози на ветерот.

Постојат повеќе видови на рози на ветерот во метеорологијата, но најчесто се користи розата од 16 правци. Правецот се одредува и со личните степени од кругот од 0 степени Целзиусови сè до 360°C.

Брзината на ветерот претставува движење на воздухот во единица време, или поминат пат на ветерот за определен временски период.

#### **Атмосферски притисок**

Атмосферски притисок  $p$ , е притисок на земјината атмосфера. Тој е притисок кој го врши воздухот со неговата тежина, како сила врз единица површина на земјата. Единица за мерење на притисокот е паскал (Pa), додека во метеорологијата се употребува исто и единица милибар (mb).

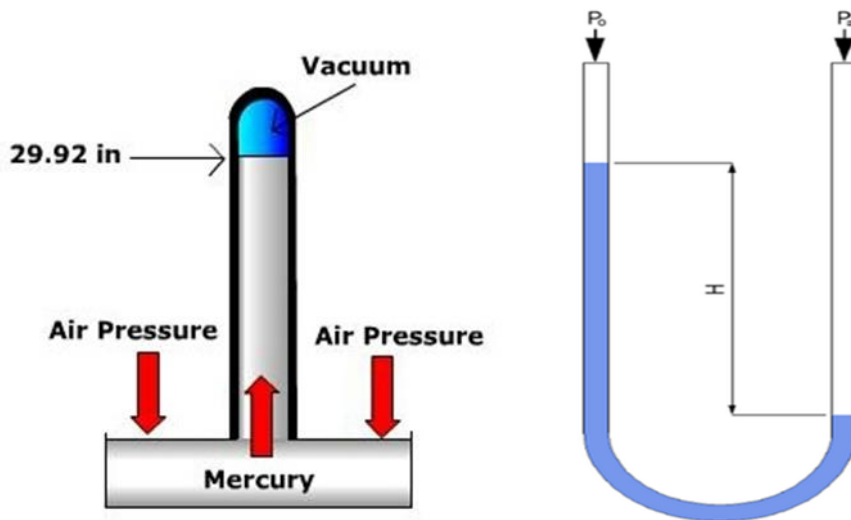
Помеѓу милибарот и паскалот постои релација  $-1 \text{ mb} = 100 \text{ Pa}$ . Се разбира, денес сè уште можат да се сретнат инструменти кај кои притисокот се изразува во милиметри (mm Hg).

Нормален атмосферски притисок е притисокот кој одговара на висина од 760 mm од живата на столбот, кога се наоѓа под дејство на силата на Земјината тежа која владее на географска ширина од 45°, и на ниво на морето каде температурата е 0°. Нормалниот атмосферски притисок изнесува 101,325 Pa, т. е. 1.013,25 mb.

За графичко прикажување на атмосферскиот притисок се користат: изобари и изобарски површини. Изобари се линиите кои ги поврзуваат точките со исти вредности на притисокот на нивото на морето на географската карта. Изобарска површина е површина каде секоја точка на притисокот е иста. Отприлика, графичкото прикажување на изобарската површина на географската карта е со изобарска линија која ги поврзува точките со иста висина.

### Живин барометар

Приборот со кој Торичели (Torricelli) го има докажано постоењето на атмосферскиот притисок, и денес претстаува главен дел од барометарот. На сликата 4.1 ни е претставена шема на барометар.



**Слика 63. Шема на барометар**

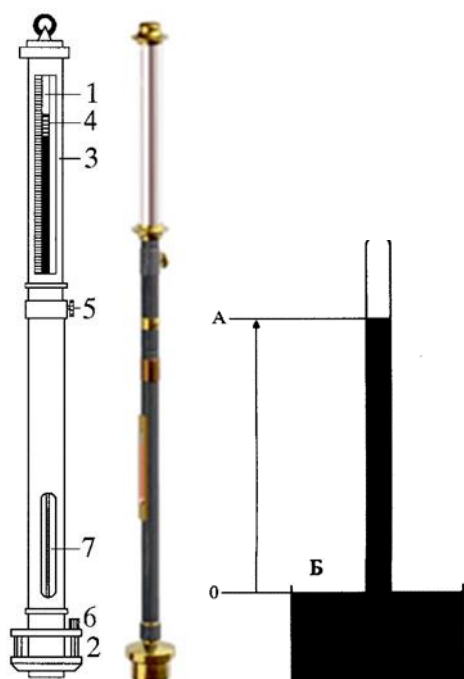
На површина на живата во чаша (Б) дејствува атмосферски притисок. Ако во оваа чаша ставиме цевка низ која не може да влегува воздух нивото на жива во цевката ќе расте, во согласност со Паскаловиот закон (Paskal), сè додека хидростатичкиот притисок на живата не се изедначи со атмосферскиот притисок. Хидростатичкиот притисок на живата со висина  $h_b$  може да се претстави во облик:

$$P = \rho g h_b$$

Каде  $\rho$  е густина на живата,  $g$  забрзување на силата.

Во барометарот може да се користи каква било течност. Меѓутоа, поради големата густина и релативно краткиот столб на живата се губи рамнотежата на атмосферскиот притисок, со што се олеснува конструкцијата на барометарот. Како пример за мерење на атмосферскиот притисок била користена вода наместо жива. Должината на барометарот треба да биде поголема од 10 m. Освен тоа на температура до 60 °C, притисокот на живата е многу мал, па поради тоа притисокот на живината пареа кој се наоѓа во барометарската цевка не влијае на барометарот. За мерење на мал притисок се користи барометар со други течности, на пример со глицерин.

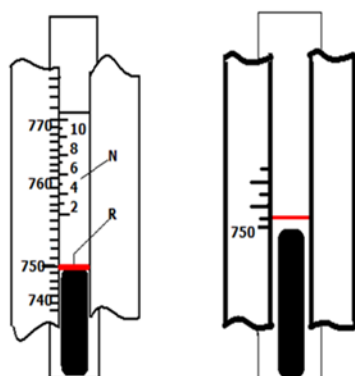




Слика 64. Живин барометар-Wild-Fuessovi: 1. Стаклена цевка во која се наоѓа жива; 2. Долен дел од метал наполнет со жива; 3. Метален оклоп; 4. Висина на живата; (5-???) 6. Отвор на металниот сад; 7. Метален оклоп.

Живиниот барометар се состои од стаклени цевки во кои се наоѓа жива (1) која е заштитена со метален оклоп (3). На дното на цевката се наоѓа гроздовиден сад со жива (2). На горниот дел од гроздовидниот сад се наоѓа отвор (6) кој овозможува живата во чашата да се наоѓа под дејство на атмосферски притисок.

Барометарската скала од едната страна има метален оклоп низ кој се гледа нивото на живата во стаклената цевка. Границата на скалата зависи од надморската висина на метеоролошката станица. При читањето на притисокот од барометарот потребно е да се прочита температурата на барометарската состојба, т. е. температурата на живата во барометарот. Таа се чита од термометарот кој е вграден во метален оклоп (7).



Слика 65. Читање на десетти делови од скалата со нониусна скала



За читање на десетти делови од милибарот се користи нониусната скала, која е зададена, означена со II, додека основната скала е означена со I. Читањето на притисокот по нониусната скала (4), се подместува (5) во таква положба што со нејзината долна положба се поклопува со врвот од столбот на живата.

Потоа од основната скала се чита вредноста на притисокот во милибари, а со нониусната скала десет делови од милибарот. На пример, притисокот прочитан со основна скала изнесува 985 mb, а во четвртата поделка од нониусната скала се поклопува со една поделка од основната скала, на притисокот прочитан од основната скала треба да му се даде уште 0.4 mb, така што се чита вредноста на притисокот 985,4 mb.

Висината на столбот на живата, чијшто притисок е во рамнотежа со атмосферскиот притисок, зависи и од температурата на живата и од забрзувањето на силата на Земјината тежа. Постојат и други фактори кои влијаат врз промена на висината на живата. При мерење на притисокот на живиниот барометар на метеоролошката станица, е потребно да се земаат предвид побројните фактори, како: корекција на температурата, географска ширина и надморска висина, не занемарувајќи ја и грешката на самиот инструмент

Корекција на притисокот на температурата. Мерење на притисокот на температурата во живин барометар подразбира живата да има густина  $13,595 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^{-3}$  што е точно при температура на живата од  $0^{\circ} \text{ C}$ . Бидејќи температурата на барометарот најчесто е различна од 0, вредностите кои се добиваат од живиниот барометар треба да се еднакви со вредностите кои барометарот ги прикажува кога температурата во барометарската состојба била 0.

Ова се претставува со изразот:

Каде ( $P_0$ ) е притисок на температурата од  $0^{\circ} \text{ C}$ , а со ( $P_t$ ) притисокот прочитан од живиниот барометар.

Корекција на притисок од географска ширина. Како резултат на ротацијата на Земјата околу својата оска, забрзувањето на гравитацијата  $g$ , во зависност од географската ширина (на половите е најголема, а на екваторот најмала).

Земајќи ја предвид равенката, очигледно е дека во различни ширини за иста вредност атмосферскиот притисок треба да биде избалансиран во колони на различни височини. Ова, исто така, е причина што барометрите, кои обично се калибрирани на гравитациското забрзување на гравитацијата која преовладува со  $45^{\circ}$  географска ширина ( $g=9,81 \text{ m/s}^{-2}$ ), во близина на екваторот да покаже помала вредност на притисокот од точната. Затоа, при мерење на притисокот со живен барометар, корекција се извршува преку следниот израз:

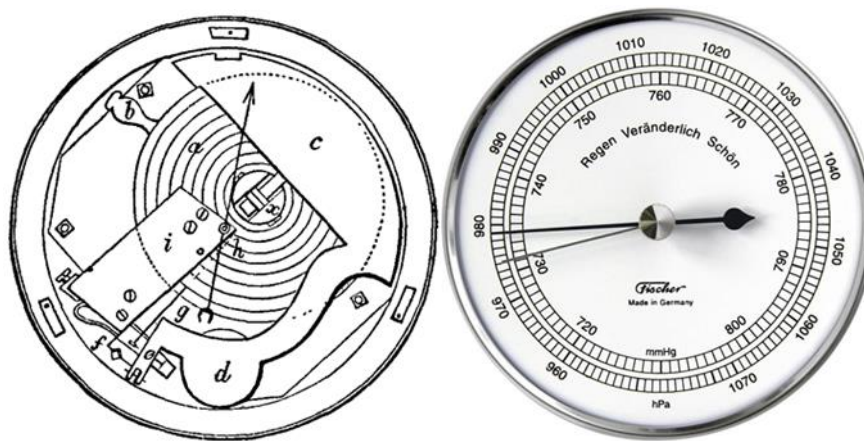
$$P_{45} = P(1 - 0,00265 \cos(2\phi))$$

каде што  $P_{45}$  е означен со притисок што ќе покаже кога барометарската жива ќе биде лоцирана под силата на гравитацијата која преовладува со  $45^{\circ}$  географска ширина, а со  $\phi$  географска должина.

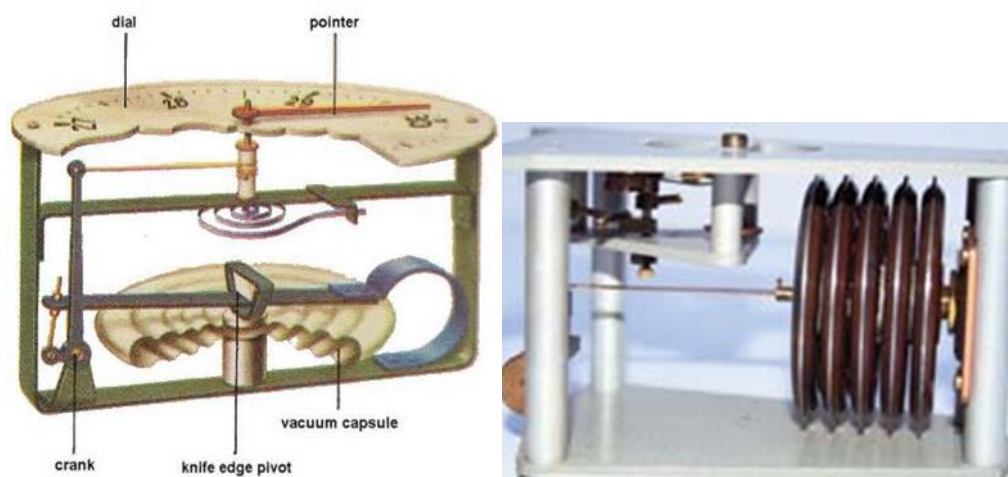
Корекција на притисок на надморска височина. Со зголемувањето на надморската височина, со што се намалуваат вистинските забрзувања на силата на гравитацијата со која се предизвикува барометарот да покаже повисока вредност од вистинскиот притисок. Затоа е неопходно да се изврши корекција на притисокот на надморската височина. За станици кои се наоѓаат на надморска височина од 400 до 1.000 m поправката е 0,1 mb, додека кај станица на надморска височина од 1.000 до 1.600 m изнесува 0,3 mb.

#### Мерење атмосферски притисок и деформација на инструментите

Излезот на анероиден барометар се состои на една или повеќе метални кутии од кои воздухот е вакуиран. Овие девијации и проширување на кутиите се пропорционални со промена на атмосферскиот притисок. Сепак, еластичните својства на материјалите се менуваат со температурата.



Слика 66. Конструкција на анероид



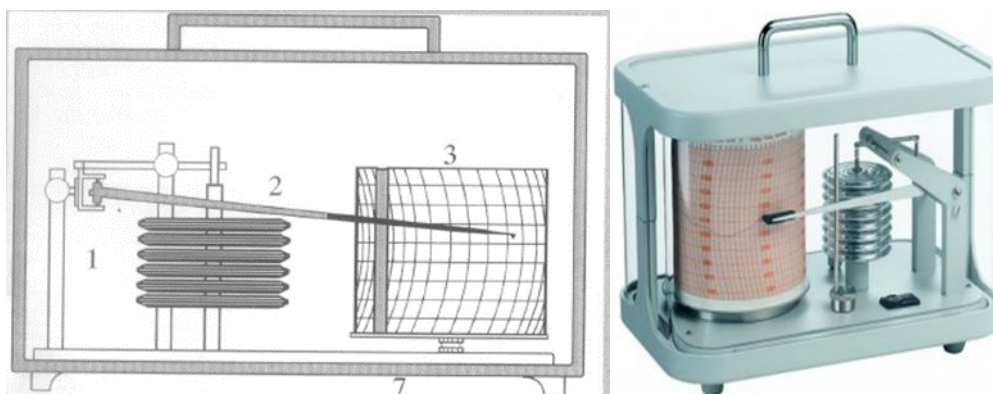
Слик 66 а. А) Внатрешноста на анероиден барометар; Б) Надворешен изглед на анероид.

Ова е особено точно на повисоки температури, кога постои надворешен притисок и промена на стрелката покажува присуство на некој дополнителен притисок. Оваа грешка може да биде компензирана или од биметална плочка, или со гас кој ја исполнува кутијата.

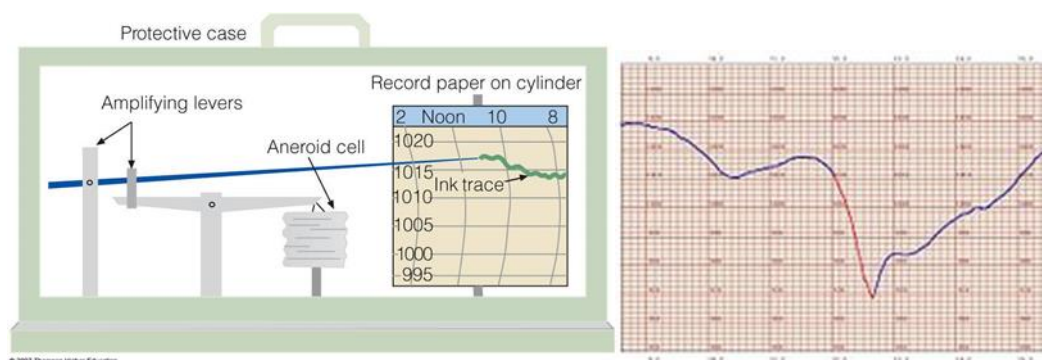
Анероиден барометар - Влезот на инструментот се состои од анероидна кутија (1) кој е во тек на вратило (2) која е поврзана со биметална плочка (3). Секоја промена на притисокот може да се прочита на скалата. Механизмот на анаеробниот барометар е во метална или бакелитна кутија која е покриена со стакло (4).

## БАРОГРАФ

Овој инструмент се користи за мерење и за снимање, во исто време, на атмосферски притисок. Принципот на тоа е, исто како, анероидниот барометар, освен тоа што содржи повеќе анероидни кутии кои едни со други сочинуваат анероидни колонии (1). Промени на притисокот со анероидна колона печатач (2) префрлен во лентата на барографот (3).



Слика 67. Барограф: 1-анероидни кутии; 2-перо за пишување; 3-цилиндар со лента.



Слика 68. А)-барограф; Б)-цилиндарска лента

Бројот на анероидните кутии во колона определуваат осетливост (чувствителност) врз инструментите.



Контрола на вредностите на атмосферскиот притисок отчитани на барографот се врши со споредување на вредностите отчитани на живниот барометар.

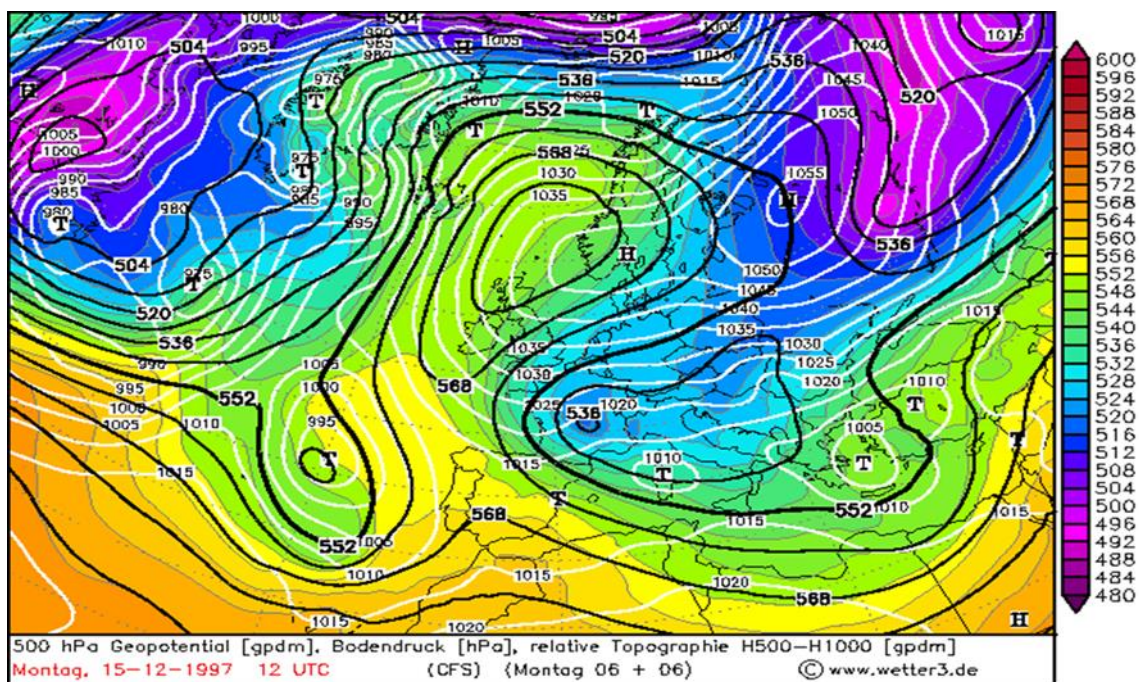
Процесот на намалување на притисокот на нивото на морето е заедничка процедура што се користи во метеоролошката практика и која обезбедува можност за споредби истовремено забележани во метеоролошките станици лоцирани на различна надморска височина.

Ако метеоролошката станица се наоѓа на надморска височина  $H$ , воздушната колона од нивото на морето до горната граница на атмосферата ќе биде скратена во висина. Во овој случај, атмосферскиот притисок на нивото на морето  $p_m$ , под станицата може да се пресмета преку следниот израз: каде  $h$  означува величина која покажува за које вертикално растојание атмосферскиот притисок ќе се промени за 1mb.

Ова големина се нарекува барометарски висински степен (барометарската надморска височина може да се изрази преку равенката Babinett): каде што со  $a$  е означен температурниот коефициент на обемот на проширување на воздухот.

### ИЗОБАРИ

Изобари се криви линии кои на географската карта ги спојуваат сите места со иста вредност на воздушен притисок.



Слика 69. Изобари

### Циклон и антициклон

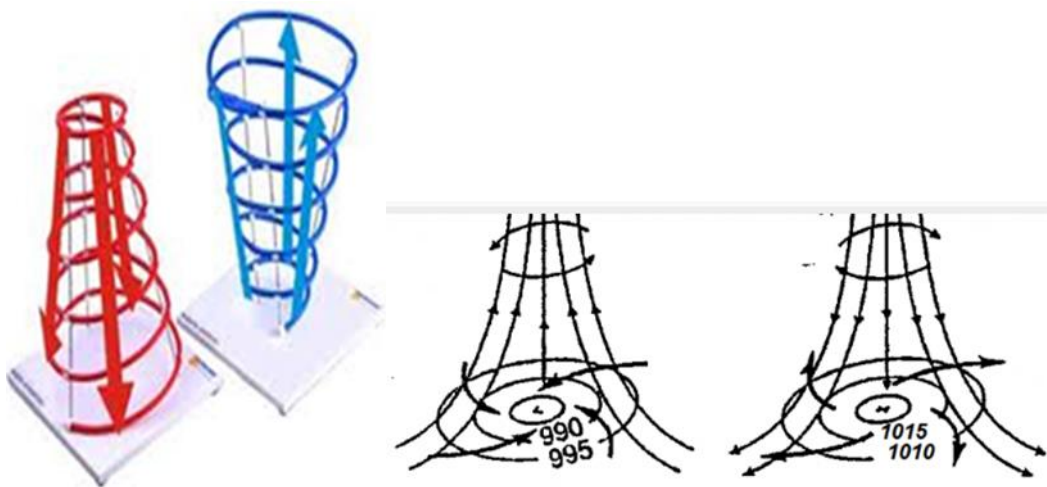
Ако воздушниот притисок на некоја област е понизок од нормалниот, во таа област владее циклон, односно воздушна депресија. Ако вредноста на воздушниот притисок е поголема од нормалната, тогаш во таа област владее антициклон.

Областите на циклоните и антициклоните се наречени активни центри на атмосферата. Причините коишто доведуваат над некоја област да превладува циклон, односно антициклон можат да имат динамички или термички карактер.

*Постојат:*

1.Постојани активни центри, тие во текот на целата година преовладуваат над некоја област.

2.Сезонски активни центри се појавуваат над некои области само во одделни годишни времиња.



Слика 70. Циклон и антициклон

### 37.ВЛАЖНОСТ НА ВОЗДУХОТ

Влажноста е поим кој означува количество на водена пареа во воздухот и може да се однесува на неколку мерки за влажност. Формално, влажноста се смета за мешавина на водена пареа и други состојки на воздухот, а влажноста се дефинира како количеството на вода во мешавината, наречена апсолутна влажност.

Во секојдневната употреба, поимот „влажност“ се однесува на релативната влажност, која во метеорологијата и домашните инструменти се изразува како процент.

Специфична влажност е соодносот помеѓу количината на водена пареа во мешавината и вкупната содржина на воздухот (по единица маса). Водената пареа во мешавината може да се изрази како маса по зафатнина, или како парцијален притисок, во зависност од употребата.

Во [метеорологијата](#), влажноста е показател за веројатноста од [врнежи](#), [роса](#) или [магла](#).

Влажноста на воздухот е еден од најзначајните метеоролошки елементи, бидејќи водената пареа учествува на директен начин во скоро сите атмосферски процеси и при повеќе метеоролошки појави.

Влажноста на воздухот не се изразува само со една вредност, или само со една мерна единица, туку со повеќе таканаречени големини на влажноста. Тие големини ги делиме на две групи:

1. Големини чии вредности даваат можност да се процени или одреди содржината, односно количеството на водената пареа во воздухот, и
2. Големини на влажноста кои даваат карактеристика за степенот на заситеноста на воздухот со водената пареа.

За одредување на количината на водената пареа во воздухот се користат три големини на влажноста, и тоа:

A: апсолутна влажност (a)

B. притисок или напон на водената пареа (e)

C. специфична влажност (s).

Количината на водената пареа во атмосферата може да се одреди со тежината на воздухот.

Најчесто се користи големина на влажноста која се изразува во маса на водената пареа прикажана во грмови која се наоѓа во еден кубен метар воздух (gr/m<sup>3</sup>)

$$a = 290e/T \text{ [gr/m}^3\text{]}$$

Апсолутна влажност :

$$AH = \frac{m_w}{V_{net}}.$$

Апсолутната влажност на воздухот се движи од 0 до приближно 30 gr/m<sup>3</sup> кога воздухот е заситен на 30°C.

Апсолутната влажност се менува со промената на воздушниот притисок. Ова е мошне незгодно во пресметките во **хемиското инженерство**, каде температурата во голема мера се разликува од случај до случај.

Поради ова, апсолутната влажност во оваа наука се дефинира како масата на водена пареа по единица маса сув воздух, која е многу построга кога се во прашање пресметките на топлината и масината рамнотежа.

Притисок на водената пареа. Секој гас или гасовито соединение има и свој парцијален притисок, а сите тие заедно го сочинуваат атмосферскиот или воздушниот притисок. Бидејќи водената пареа е составен дел од воздухот, таа има свој парцијален притисок кој најчесто се нарекува.

НАПОН НА ВОДЕНАТА ПАРЕА (e).

Овој напон се одредува со директно мерење или се добива по индиректен пат со помош на таканаречени психрометриски методи, односно мерење на температурата со помош на сув и влажен термометар.

Со зголемување на географската широчина, напонот на водената пареа се смалува. Друга големина на влажноста, која може да се одреди со масата на водената пареа во воздухот е:

### СПЕЦИФИЧНА ВЛАЖНОСТ

Таа претставува маса на водената пареа изразена во грамови во единица маса на влажниот воздух.

Се одредува по равенката:

$$S = 0,622e/P \text{ [gr/gr]}$$

каде  $P$  е воздушниот притисок. Карактеристиките на апсолутната и специфичната влажност на воздухот одговараат на карактеристиките на напонот на водената пареа.

Во втортата група на големини на влажноста за изразување на состојбата на заситеност на воздухот со водена пареа спаѓаат:

#### 1. Релативната влажност на воздухот

#### 2. Дефицитот на заситеноста

Специфичната влажност може да се изрази и на други начини:

$$SH = \frac{0,622p_{(H_2O)}}{P_{(suvozduh)}}$$

или:

$$SH = \frac{0,622p_{(H_2O)}}{P - p_{(H_2O)}}$$

Користејќи ја дефиницијата за специфична влажност, релативната влажност може да се изрази како:

$$\phi = \frac{SH * p}{(0,622 + SH)p_{(H_2O)}^*} \times 100$$

Покрај тоа, во метеорологијата специфичната влажност може да се дефинира и како сооднос на водената пареа со вкупната маса на системот.

Воздухот не може да прими неограничена количина на водена пареа, при што може да дојде во заситена состојба.

За одредување на степенот на заситеноста на воздухот со водена пареа се користи големината на влажноста која претставува однос помеѓу вистинскиот напон на водената пареа и максималниот напон на водената пареа, а која се наречува



РЕЛАТИВНА ВЛАЖНОСТ НА ВОЗДУХОТ:  $(R_v)$

$$R_v = \frac{e}{E} 100\%$$

$e$ -притисок на водена пареа

$E$ -максимален притисок

## МЕРЕЊЕ НА ВЛАЖНОСТА НА ВОЗДУХОТ

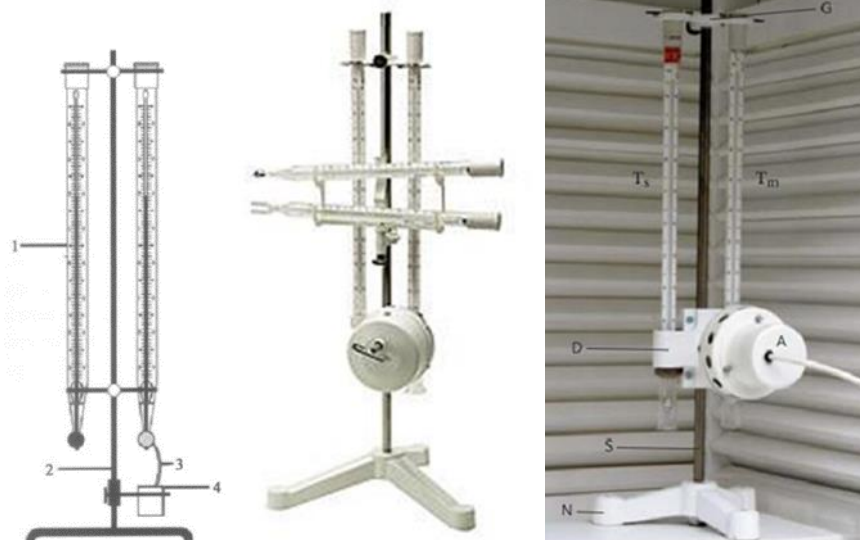
За одредување на наведените величини кои ја карактеризираат влажноста на воздухот во метеоролошките мерења се користат различни методи, од кои најраспространети се следниве:

1. Одредување на влажноста со психрометри
2. Одредување на влажноста со хигрометри.
3. Одредување на влажноста со полиметри
4. Одредување на влажноста со хигрографи

Разликата на температурата на сувиот и влажниот термометар се нарекува психрометарска диференција. За одредување на влажноста на воздухот во практика се користат психрометарски таблици во кои лесно може да се најде вредноста на релативната влажност ( $R_v$ ) притисокот на водената пареа ( $e$ ) и максималниот притисок ( $E'$ ) за сите температури на сувиот и влажниот термометар.

## 38. ВИДОВИ ПСИХРОМЕТРИ

За метеоролошките мерења во мрежата на метеоролошки станици се користат повеќе видови психрометри со природна или вештачка вентилација на сувиот и влажниот термометар



Слика 71. Августов психрометар:

### **Августов психрометар:**

Августовиот психрометар се состои од два исти живини термометра, сув и влажен. Под исти термометри подразбираме термометри што се градени од ист вид на стакло, со приближно иста осветленост, со исти резервоари и еднаква поделба.

Двата термометри се поставуваат на статив и се зацврстуваат со држачи. Влажниот термометар се поставува на десната страна. За него се врзува фитил од памук или свила над резервоарот, а неговиот слободен крај се натопува во чаша со дестилирана вода, која стои на 2-3 см од влажниот термометар.

Читањето на термометрите мора да се врши по брза постапка и најпрво се чита сувиот, а потоа влажниот термометар. Влажниот термометар треба најчесто да покажува пониска температура од сувиот.

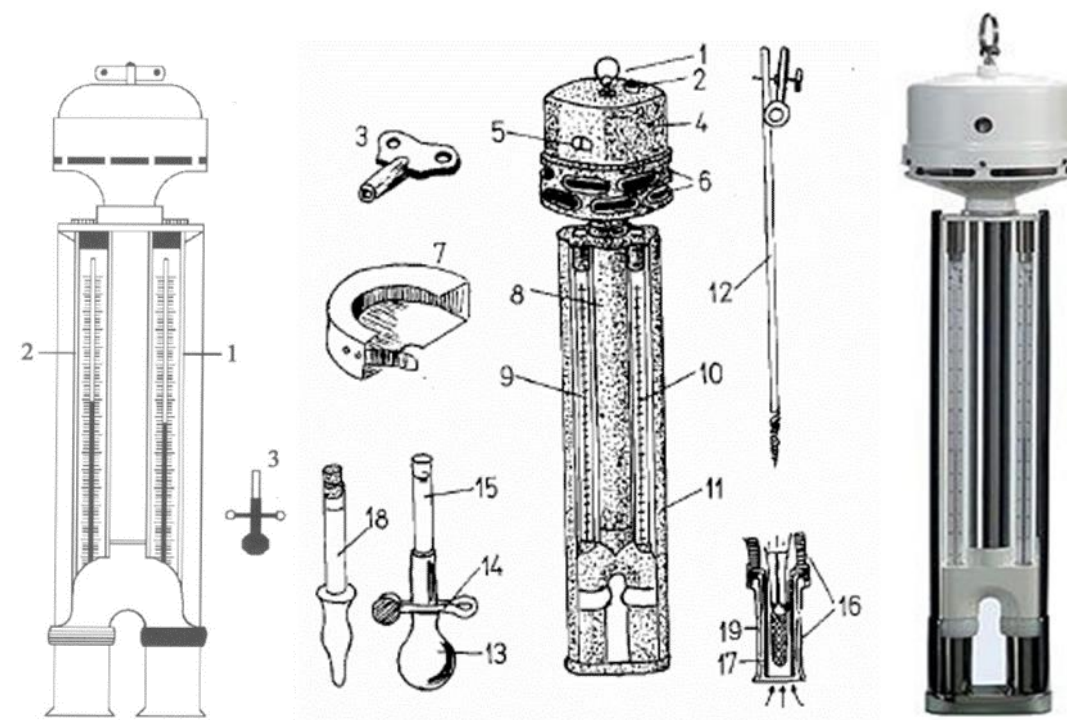
Иста температура ќе покажуваат и двата термометри кога воздухот е заситен со водена пареа. И ветерот игра голема улога во покажувањето на температурата во термометрите кои немаат вештачка вентилација.

### **Психрометар со вештачка вентилација на термометрите**

За да се отстранат грешките кои кај психрометрите без вентилација настапуваат при заситеност на воздухот, во близина на резервоарот на влажниот термометар за првпат научникот Асман употребил вештачка циркулација на воздухот, најпрво во просторот околу резервоарот на влажниот, а подоцна и околу сувиот термометар.

Константна циркулација на воздухот се постигнува со аспиратор кој **се навлегува???** на метална цевка која се наоѓа на долниот крај на влажниот термометар, додека резервоарот на термометарот се наоѓа во средината на стаклената цевка која, пак, е сврзана со металната цевка.

Вентилацијата ја создава механизам со лопатки, сместен во куќичката на аспираторот. Аспираторите, исто така, можат да бидат изградени со механички погон или, пак, со електричен погон. Тие треба да работат најмалку 5 минути и тоа непрекинато, а постојано треба да се контролираат за да се утврди дали брзината на струењето на воздухот е доволна за работа на психрометарот.



**Слика 72. Асманов психометар**

Проветрувањето на инструментот го обезбедува вшмукувачот (4), кој стои над термометарот. Вшмукувачот е навртен на широка цевка (8) која во дното се разделува, така што во еден крак прима сувиот, а во другиот мокриот термометар. На вшмукувачот е закачалка (1) со помош на која се закачува инструментот (12). Покрај закачалката се наоѓа дупка (2), низ која со помош на клучот (3) се навива механизмот на вшмукувачот. На долниот дел на вшмукувачот се наоѓа отвор (6) за испуштање на воздух. На овој отвор по потреба се става штит (7), ветробран, за заштита од силен ветер кој може да смета на правилното проветрување.

За отстранување на зрачењето, термометрите се обезбедени со пониклуван метален оклоп (11), со разделници од напред, за читање на термометарот. Околу термометарските садови, поред пониклованата цевка (19), се наоѓа уште една цевка (17), исто така, пониклувана, која служи за потполно спречување од зрачење.



Слика 73. Асманов психрометар со аспиратор

Тој особено е погоден за разни експедициски мерења, потоа за микромерења на температурата и влажноста на воздухот во урбани и други средини. Асмановиот психрометар го сочинуваат два исти живини термометра. Термометрите се вградени во метална рамка, низ чиј средишен дел проаѓа цевка, за која на горниот крај е прицврстен аспираторот.

Аспираторот е изграден врз принципот на механизам со федер кој се навива со помош на клуч. Брзината на струењето на воздухот изнесува 2 m/s. Карактеристично за Асмановиот аспиратор е што има и други делови како што се: носач, лопатка, браник за ветерот и стаклена цевка со гумено топче.

Влажноста на воздухот се одредува според специјална таблица за психрометри со проветрување.

### 39. МЕРЕЊА НА ВЛАЖНОСТА СО ХИГРОМЕТРИ

Грешките не настануваат само од набљудувачот, туку можат да бидат од различна природа. Затоа, паралелно со овие инструменти, се користат инструменти коишто работат врз принцип на човечката коса и кои се наречени ХИГРОМЕТРИ.

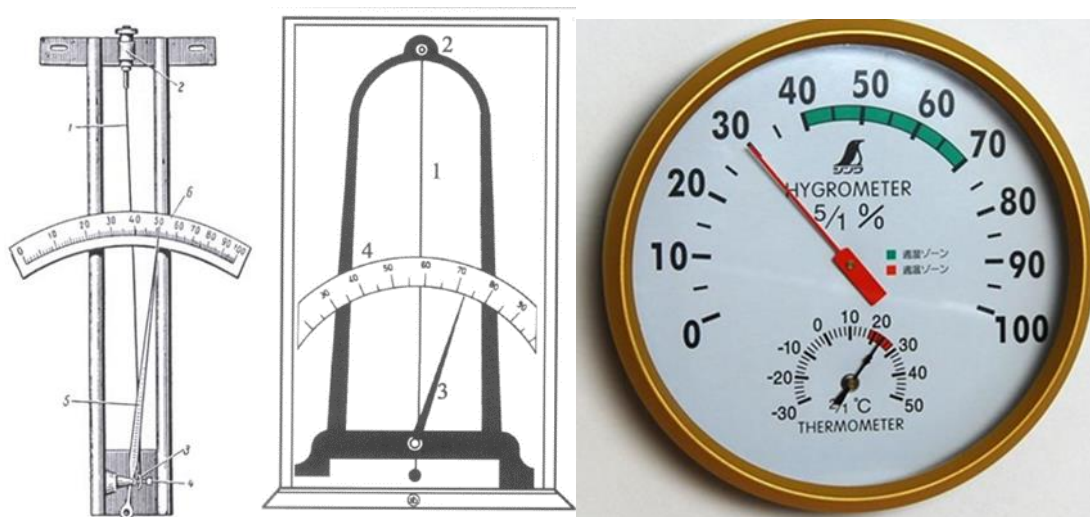
Тие хигрометри најчесто се користат и во нашата хидрометеоролошка служба.

За прв пат Французинот Сосир во (1783 год.), употребил коса како мерен елемент за релативна влажност.

Подоцна Геј Лисак открил законитости при издолжување на косата при промена на влажноста во воздухот.

Со зголемување на влажноста косата не се издолжува, туку таа повеќе се издолжува при помала влажност.

Големо влијание врз косата од хигрометарот врши температурата на воздухот, прашина и водената пара што се наоѓа во воздухот.



Слика 74. Копеов хигрометар

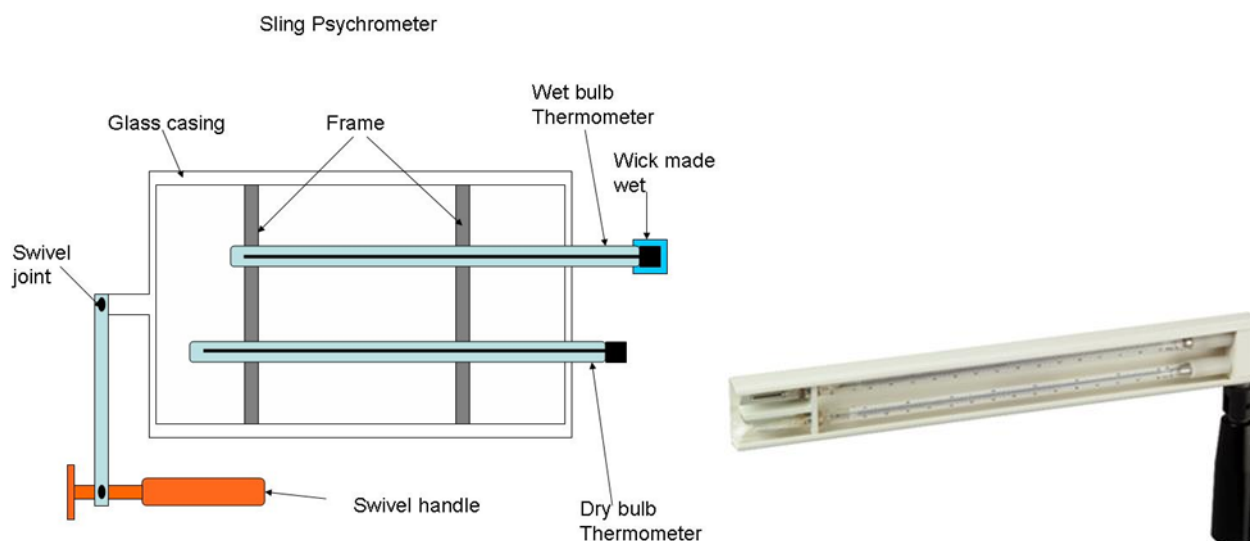
Копеов хигрометар. Приемниот дел е претставен со едно човечко влакно од кое се отстранети сите нечистотии. Влакното поседува хигроскопски својства. Промените на должината на приемниот дел се пренесуваат преку стрелка на скалата на инструментот кој ја дава релативната влажност на воздухот изразена во % (0 до 100%). Секој хигрометар е снабден со термометар со кој се одредува температурата на воздухот. Се поставува во метеоролошко засолниште и е потребно да има струење на воздухот.

#### 40. ВРТЕЖЕН ПСИХОМЕТАР

Основна намена на овој психометар е одредување на температурата и влажноста на воздухот.

Психометарот нема аспиратор и не може да настане нарушување во работата како што е случај кај Асмановиот психометар. Вентилацијата кај овој инструмент се постигнува со вртење на инструментот.

Овој психометар се состои од два термометра: Сув и влажен (со должина не поголема од 25 cm).



Слика 75. Вртежен психометар

Термометрите се зацврстени за метална рамка или се вовлечени во пониклувани цевки, кои на врвот се споени со едно синџирче за вртење.

Резервоарите на термометрите меѓусебно се одвоени со метална преграда која спречува да не дојде до намокрување на сувиот термометар со дестилирана вода, а потоа психометарот се подига над главата и се врти во круг.

Психометарот бара вртење од најмалку 2 минути, а потоа следува брзо читање на термометрите. Како и кај другите набљудувања, и овде температурата прво се чита на десеттите делови, а потоа на целите степени.

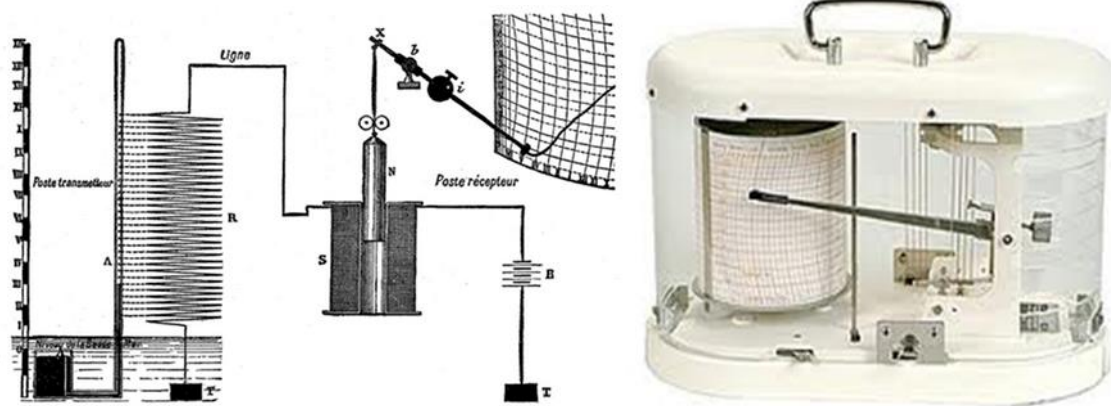
Конечната вредност се зема врз основа на три читања, при што разликите не смеат да бидат поголеми од  $0,1^{\circ}\text{C}$ .

#### 41. МЕРЕЊЕ НА ВЛАЖНОСТА СО ХИГРОГРАФИ

За бележење на промената на релативната влажност на воздухот постојат инструменти наречени ХИГРОГРАФИ.

Тие ги бележат промените по механички пат на дијаграм.



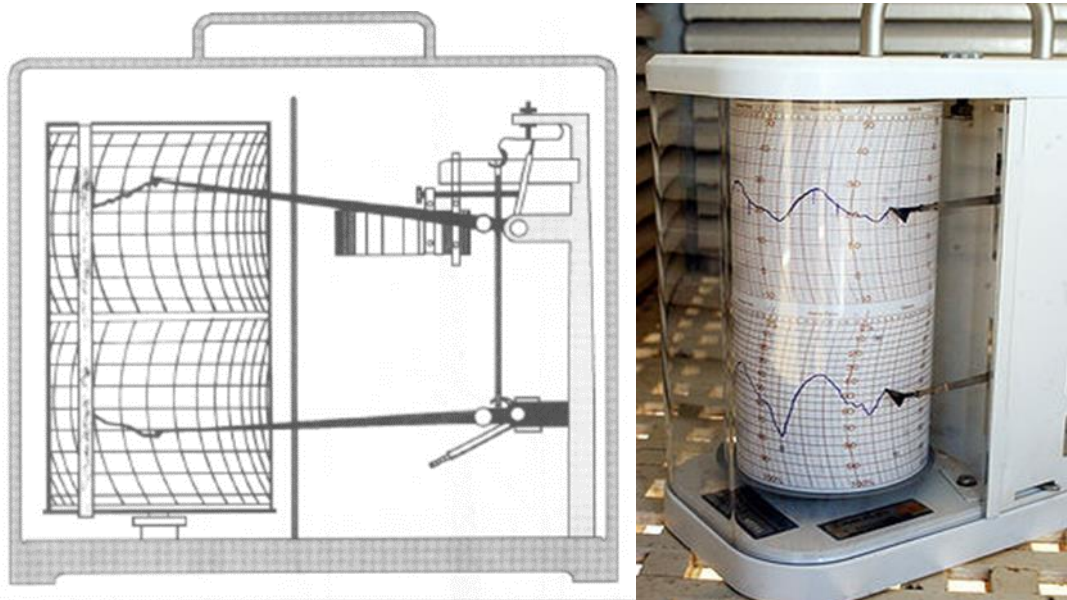


Слика-76)-Хигрограф

Дневен ôд на релативната влажност на воздухот

Дневниот ôд на релативната влажност на воздухот е во спротивна зависност од температурата на воздухот, т. е. од испарувањето.

Најголеми вредности на релативната влажност на воздухот се јавуваат пред изгревот на сонцето (во зима), додека најниски се бележат во најтоплите часови од денот (во лето).



Слика 77. Термохигрограф

#### 42.ТЕРМОХИГРОГРАФ

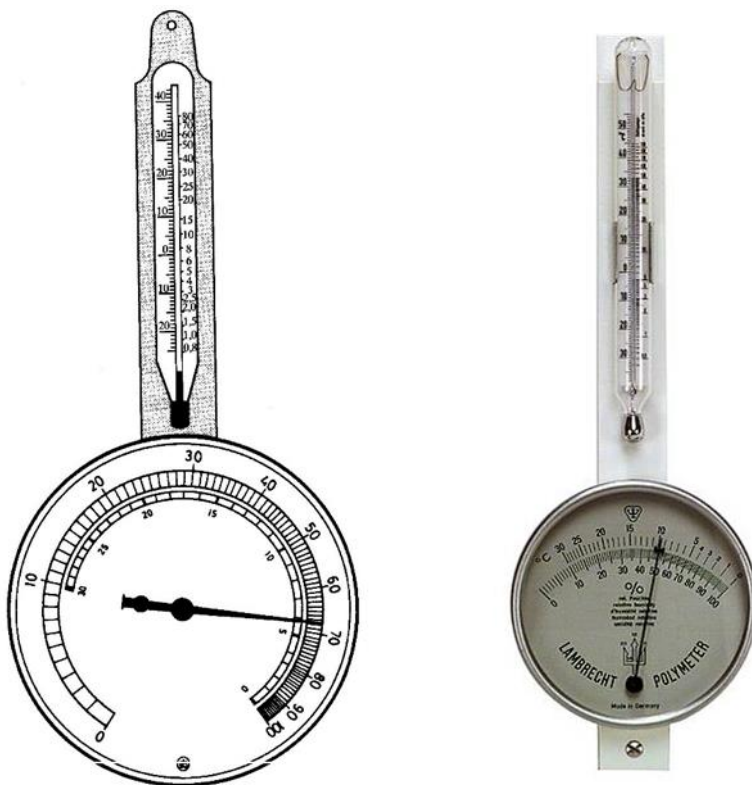


Термохигрограф е инструмент со кој се мери и бележи промената на температурата и релативната влажност на воздухот. Приемниот елемент за регистрирање на воздухот е биметален прстен, додека за регистрирање на релативната влажност на воздухот приемниот дел е сноп од човечки влакна.

Промената на температурата и релативната влажност на воздухот се бележи преку пишувачот, чиј врв е исполнет со мастило, а резултатите се пренесуваат на термографската лента (горна термографска половина и долна хигрографска половина).

#### 43. ПОЛИМЕТАР

Полиметар - приемниот дел е претставен со неколку човекови влакна кои реагираат на промената на содржината на водената пареа во воздухот. На инструментот се наоѓа термометар кој има две скали: левата служи за одредување на температурата на воздухот, а десната за максималниот притисок на водената пареа. На долниот тркалезен дел се наоѓаат две скали, од кои долната служи за одредување на релативната влажност на воздухот во %, а горната скала со степенски броеви. Тоа се, всушност,  $^{\circ}\text{C}$  со помош на кои треба да се одреди за колку степени треба моменталната температура да се намали за да дојде до кондензација на водената пареа. Со овој инструмент се одредува релативната влажност на воздухот, температурата на воздухот и температурата на росната точка.



Слика 78. Полиметар

Полиметарот е инструмент кој се користи за мерење на релативната влажност и температурата на воздухот и претставува комбинација на хигрометар и термометар. На горната лучна скала се отчитува вредноста на релативната влажност на воздухот во проценти, додека вредностите на температурата на воздухот се отчитуваат на левата скала на термометарот.

Освен на овие два елемента на влажноста на воздухот, со полиметарот може да се одреди максималниот притисок на водената пареа, на десната скала на термометарот, и температурата на скалата на степенските броеви на (долната лучна скала).

Температурата, отчитана на скалата со степенести броеви, одземена од температурата на воздухот ја дава точката на росење.

Пресметување елементи на влажност на воздухот

### Задача

Со полиметар се читаат вредностите на релативната влажност на воздухот  $\varphi=67,5\%$ , температурата на воздухот  $t=17,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , максимален притисок на водената пареа  $E=19,75\text{ mb}$  и температурата на скалата со степенести броеви  $\tau = 5,9\text{mb}$ . Пресметај ја точката на роса со користење на: а) таблички; б) пресметувачки метод.

Решење :

а) таблички метод  $e = \frac{\varphi E}{100}$

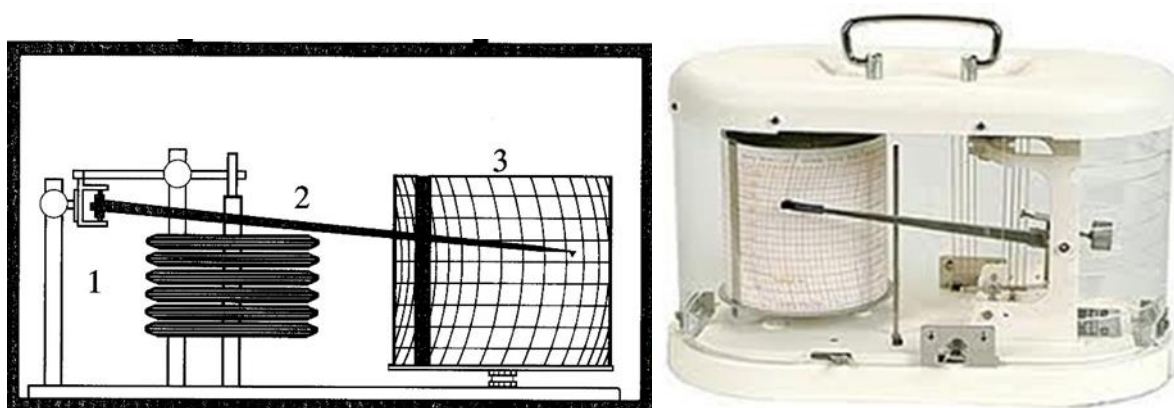
Со замена на соодветните вредности се добива  $e = 13,33\text{mb}$ . Од табелата се гледа дека добиената вредност за  $e$ , е минимален притисок на водена пареа за температура од  $11,2\text{ }^{\circ}\text{C}$  која претставува барана вредност на точката за роса.

б) Пресметувачки метод

Точката на роса може да се одреди и преку изразот:

$$t_d = t - t$$

или по замената на соодветните вредности  $t_d = 11,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



Слика 79. Барограф, 1-Анароиден столб, 2-Пишувач, барографска лента.

#### 44. БАРОГРАФИ

Основната разлика лежи кај осетливите делови, додена преносот од осетливиот дел и бележењата се исти.

Едноставна конструкција, а осетливиот дел се состои од неколку снопчиња на коса од должина од околу 10cm на краевите со метални плочки, така формираат ХАРФА.

Харфата има вертикална положба, горниот крај е обесен за еластична пружина поврзана со столпче. Може да се подмрднува нагоре или надолу со помош на завртка. Долниот крај е врзан за оската, за таа оска е зацврстена стрелка, така што со часовнички механизам ги бележи промените на должината на косата, т. е. релативната влажност на воздухот.

Дневен  $\hat{o}$ д на релативната влажност на воздухот

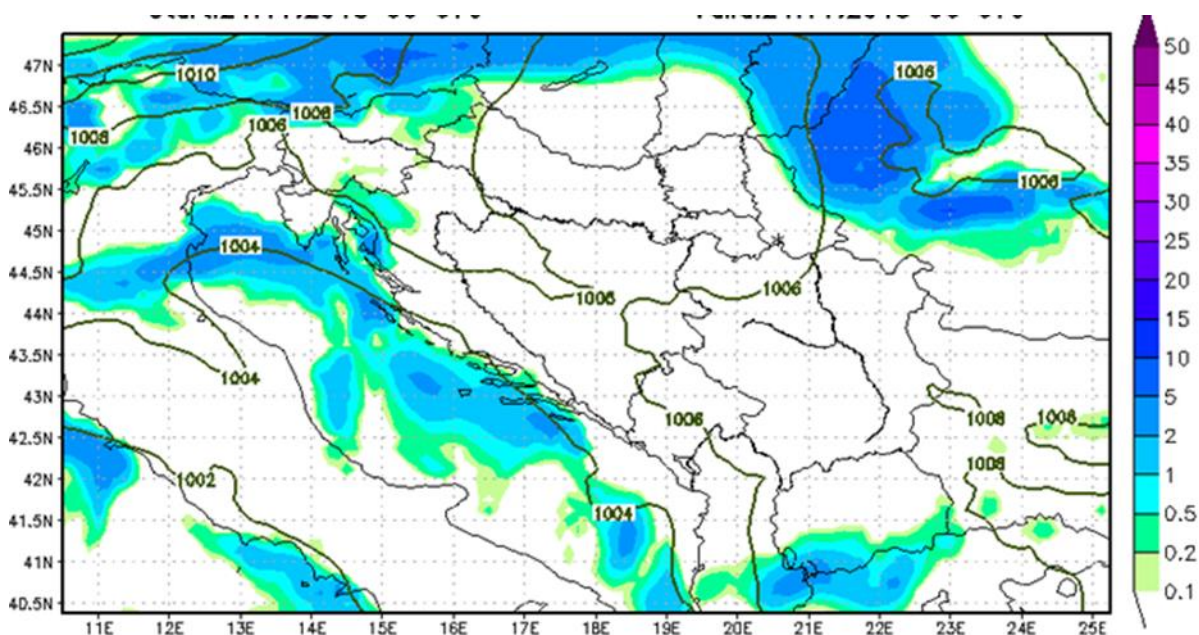
Дневниот  $\hat{o}$ д на релативната влажност на воздухот е во спротивна зависност од температурата на воздухот, т. е. од испарувањето.

Најголеми вредности на релативната влажност на воздухот се јавуваат пред изгревот на сонцето (во зима), додека најниски се бележат во најтоплите часови од денот (во лето).

#### 45. УТВРДУВАЊЕ НА ВЛАЖНОСТА

Постојат разни уреди за утврдување и регулација на влажноста. Инструментот што ја мери влажноста се нарекува хигрометар или психрометар. Хумитстат е прекинувач чувствителен на влага што наоѓа примена кај овлажнувачите и сушачите на воздух.

На глобално ниво, влажноста се мери со сателити што ја утврдуваат количината на вода во тропосферата, на висина од 4 до 12 км, а опремени се и со сензори за инфрацрвено зрачење. Водената пареа го впира зрачењето и повторно го оддава во овој спектрален појас. Ова игра важна улога во надгледувањето на климатските услови (на пр. кога се формираат бури од грмотевици) и во прогнозирање на времето.



#### 4)-Метеограм-Приземен притисок (hPa)

### 46.ОБРАБОТКА НА ВЛАЖНОСТА НА ВОЗДУХОТ

Среднодневната релативна влажност на воздухот ( $U_{dn}$ ) се определува според следната формула:

$$U_{dn} = (U_7 + U_{14} + U_{21}) : 3 (\%)$$

$U_{dn}$  – среднодневна релативна влажност на воздухот (%),

$U_7, U_{14}, U_{21}$  – измерените вредности на релативната влажност на воздухот во 7, 14 и во 21 часот.

*Средномесечната релативна влажност на воздухот* ( $U_{mes}$ ) претставува аритметичка средина на среднодневните вредности на релативната влажност на воздухот.

Средногодишната релативна влажност на воздухот ( $U_{dog}$ ) претставува аритметичка средина на средномесечните вредности на релативната влажност на воздухот.

Притисокот, односно напонот на водената пареа, според Августовиот психрометар се определува на следниот начин:

$$E = E_1 - [0.0007947 (t - t_1) \cdot P]$$

$e$  – напон на водената пареа (mb),

$E_1$  – максимален притисок на водената пареа кој одговара на  $t_1$ ,

0.0007947 – кофициент кој се користи кај Августовиот психрометар,

$t$  – вредност на температурата на воздухот кај сувиот термометар,

$t_1$  – вредност на температурата на воздухот кај влажниот термометар,

$P$  – вредност на воздушниот притисок (mb).

Релативната влажност на воздухот се определува според формулата:

$$U = (e : E) \cdot 100 (\%)$$

$U$  – релативна влажност на воздухот (%),

$e$  – напон на водената пареа,

$E$  – максимален притисок на водената пареа кој одговара на  $t$ .

За одредување на  $E$  и  $E_1$  се користи таблицата број 1, во која во првата вертикална колона се наоѓаат вредностите на целите степени на температурата на воздухот, а во хоризонталниот ред десеттите делови од степенот.

**Табела 14. Одредување на максималниот притисок на водената пареа**

$t/t_1$	0.0°	0.1°	0.2°	0.3°	0.4°	0.5°	0.6°	0.7°	0.8°	0.9°
-29	0.43	0.43	0.43	0.41	0.41	0.41	0.41	0.40	0.40	0.40
-28	0.48	0.47	0.47	0.47	0.45	0.45	0.45	0.44	0.44	0.44
-27	0.53	0.52	0.52	0.52	0.51	0.51	0.49	0.49	0.49	0.48
-26	0.59	0.57	0.57	0.57	0.56	0.56	0.55	0.55	0.55	0.53
-25	0.64	0.64	0.63	0.63	0.63	0.61	0.61	0.60	0.60	0.59
-24	0.71	0.71	0.69	0.69	0.68	0.68	0.67	0.67	0.65	0.65
-23	0.79	0.77	0.77	0.76	0.76	0.75	0.75	0.73	0.73	0.72
-22	0.87	0.85	0.85	0.85	0.83	0.83	0.81	0.81	0.80	0.80
-21	0.95	0.95	0.95	0.93	0.92	0.91	0.89	0.89	0.88	0.87

-20	1.05	1.04	1.04	1.03	1.01	1.00	0.99	0.89	0.97	0.96
-19	1.16	1.15	1.15	1.13	1.12	1.11	1.09	0.99	1.07	1.05
-18	1,28	1,27	1.27	1.25	1.23	1.21	1.20	1.08	1.17	1.17
-17	1.40	1.39	1.39	1.37	1.35	1.33	1.32	1.18	1.29	1.28
-16	1.53	1.52	1.52	1.36	1.48	1.47	1.45	1.31	1.43	1.41
-15	1.68	1.67	1.67	1.49	1.61	1.60	1.59	1.44	1.56	1.55
-14	1.84	1.81	1.81	1.48	1.77	1.76	1.73	1.57	1/71	1.69
-13	2.01	1.98	1.98	1.61	1.93	1.92	1.91	1.72	1,87	1.85
-12	2.20	2.19	2.19	2.77	2,12	2.11	2.08	1.88	2.04	2.03
-11	2.41	2.39	2.36	2.35	2.32	2.31	2.28	2.27	2.24	22.23
-10	2.63	2.61	2.59	2.56	2.55	2.52	2.49	2.48	2.45	2.43
-9	2.87	2.85	2.83	2.80	2.77	2.75	2.73	2.71	2.68	2.65
-8	3.13	3.11	3.08	3.05	3.03	3.00	2.97	2.95	2.92	2.89
-7	3.41	3.39	3.3	3.32	3.2	3.2	3.32	3.27	3.21	3.16
-6	3.72	3,6	3.6	3.6	3.5	3.5	3.5	3.4	3.4	3.7
-5	4.04	4.01	3,9	3.9	3.9	3.8	3.8	3.9	3.7	3.7
-4	4.40	4.01	4.32	4.29	4.25	4.63	4.21	3.49	5.77	8.99
-3	4.79	4.75	4.67	4.76	3.88	4.55	4.48	4.57	4.89	4.44
-2	5.19	5.11	5.21	5/32	33.1	31.5	55.3 3	56.8	44	56.78
-1	5.63	5.59	5.55	5.67	5.41	5.77	5.46	5.66	5.67	33.8
-0	6.11	6.05	6.01	5.97	5.77	5.32	6.87	5.72	8.00	4.87
0	6.11	6.14	6.11	5.67	8.45	3.22	5.36	5.32	3.91	87.00
1	6.56	3.21	34.2	54.76	12.11	23.11	76.4 3	45.7	32.2	21.5
2	7.05	21.2 1	12.3	23.12	12.32	54.3	13.5 4	32.5	21.3	54.3
3	7.57	43.8 9	17.7	23.11	13.57	17.08	16.3 2	18.1 1	43.2	32.2
4	8.12	16.9 6	23.32	19.23	67.43	98.54	23.8 9	15.6	55.65	54.3

5	8.71 4	31.2 3	13.57	12.32	32.12	18.09	65.3 4	43.2 1	17.03	21.6
6	9.33 9	08.7 7	17.97	17.09	45.23	43.21	22.0 9	23.9 9	11.2	32.2
7	9.99 3	19.3 2	18.08	18.37	55/76	17.01	65.4 3	87.6 5	45.8	21.3
8	10.6 9	87.9 8	54.6	21.12	12.58	18.56	23.7 6	23.7 6	18.21	22.45
9	11.4 4	13.5 6	87.34	45.77	34.56	17.38	22.4 5	17.0 2	56.43	87/90
10	12.2 4	12.3 2	12.43	13.02	18.02	24.67	55.7 6	65.4	32.3	44.4
11	13.8 3	13.1 7	18.20	21.21	12.57	22.60	13.0 3	7.8	18.06	18.99
12	13.9 7	12.4 3	34.2	23.67	13.2	18.31	18.0 3	13.0 8	34.2	34.88
13	14.9 2	16.0 9	12.25	17.88	45.98	29.88	32.2	27.8 6	21.35	21.1
14	15.9 2	12.5 6	21.2	18.01	17.98	16.36	24.6	18.2 1	13.78	98.32
15	16.9 7	45.5 0	13.00	13.01	18.32	15.41	18.0 7	12.5 6	34.56	15.36
16	18.0 9	18.0 0	21.31	12.32	13,21	27.98	12.7 5	56.9 8	12.55	17.06
17	19.2 7	23.4 3	20.45	17.07	22.22	16.87	21.3 4	98.6 5	14.16	13.12
18	20.3 0	17.0 9	16.98	21.32	22.12	18.05	34.8 8	14.3 5	18.04	14.36
19	21.8 2	23.4 5	44.32	44.00	33.46	19.76	23.6 5	22.5 0	27.99	12.24
20	23.2 1	69.2 1	18.07	88.02	55.78	92.81	17.0 4	32.1 1	13.79	17.05



21	24.6 6	34.2	11.65	21.2	22.45	77.5	98.0	88.0	00.9	99.7
22	26.2 1	32.5	21.23	43.98	4.674.	77.1	34.2	76.6	23.3	56.9
23	27.8 3	21.3	34.4	43.8	56.1	87.2	65.3	87.5	22. 43	34.7
24	29.5 7	65.6	54.6	43.6	56.2	11.2	11.5	54.3	32.11	54.32
25	31.4 0	56.6	76.5	23.34	56.2	13,21	32.1	47.3	65.4	23.9
26	33.3 2	43.4	87.6	12.21	34.1	12.34	23.5	22.8	43.1	88.00
27	35.3 4	43.4	65.4	43.0	23.1	89.7	34.2 3	97.5	32.1	97.45
28	37.4 6	12.3	65.9	54.0	54.5	4.44	45.0 0	77.6	22.1	98.6
29	39.7 2	11.4 4	8.83	90.6	54,6	56.76	98.0 7	56.4	43.2	65.4
30	42.0 8	37.2	98.8	99.9	00.2	45.6	1.41	1.91	1.89	45.3
31	44.5 6	44.8 1	45.06	45.3	45.5	45.8	46.1 0	46.4	46.3	46.8
32	47.1 5	47.4 2	47.70	47.97	48.24	48.52	48.7 8	49.0 6	49.40	49.62
33	49.9 0	50.1 8	50.46	50.74	51.04	51.032	51.6 1	51.9 0	52.20	52.49
34	52.7 6	53.0 7	53.37	53.66	53.97	54.28	54.5 7	54.8 8	55.18	55.40
35	55.8 0	56.1 1	56.42	56.73	57.05	57.37	57.6 9	58.0 0	58.32	58.65
36	58.9 7	59.3 0	39.62	59.95	60.29	60.62	60.9 4	61.2 9	61.62	61.95

37	62.3 0	62.6 5	62.98	63.32	63.97	64.02	64.3 7	64.7 3	65.07	65.45
38	65.7 9	66.1 4	66.50	66.87	67.23	67.59	67.9 7	68.3 3	68.70	69.09
39	69.4 5	69.8 2	70.19	70.58	70.95	71.34	71.7 2	72.1 1	72.50	72.89
40	73.2 9	73.6 7	74.07	74.46	74.86	75.26	75.6 7	76.0 7	76.47	76.89
41	77.3 0	77.7 1	78.13	78.54	78.95	79.38	79.7 9	80.2 2	80.65	81.7
42	81.5 0	81.9 4	82.37	82.81	83.23	83.67	84.1 3	84.5 7	85.01	85.46
43	85.9 0	86.3 5	86.81	87.26	87.73	88.18	88.6 5	89.1 1	89.58	90.5
44	90.5 1	90.9 8	91.46	91.94	92.42	92.90	93.3 8	93.8 6	94.35	94.86
45	95.3 2	95.8 2	96.33	96.82	97.31	97.82	98.3 2	98.8 3	99.34	99.86
46	100. 36	100. 88	101.40	101.92	102.44	102.98	103. 50	104. 03	104.5 6	105.10
47	105. 63	106. 18	106.71	107.26	107.80	108.35	108. 91	109. 46	110.2	110.58
48	111. 14	111. 7	112.27	112.83	113.40	113.98	114. 55	115. 14	115.7 1	116.30
49	116. 88	117. 47	118.6	118.66	119.26	119.86	120. 46	121. 6	121,6	122.27

## 47. ИСПАРУВАЊЕ

**Испарувањето** е една од компонентите на кружењето на водата во природата и еден од најсложените физичко-метеоролошки процеси. Тоа постои на секоја температура, независно дали водата е во течна или во цврста состојба.

Испарувањето е физичка појава, при што една супстанција преминува од течна во гасовита агрегатна состојба и се случува на површината на супстанцијата.

Посебен вид на испарување е вриењето, каде што испарува сета маса во целина.

Во една чаша вода на собна температура молекулите немаат доволно топлинска енергија за да *избегаат* од течноста. Со нејзиното загревање, тие набргу излегуваат и се судираат. При судирањето, молекулите ја предаваат енергијата во различен степен, во зависност од тоа како ќе се судрат. Оние на површината добиваат, но не оддаваат енергија, па така имаат доста сила за да *избегаат* во воздухот (да испарат).



Слика 80. Испарување-Кружење на водата во природата

Испарувањето е суштински дел од процесот на кружење на водата. Сонцето предизвикува испарување на водата од океаните, езерата, влагата од почвата и други извори. Во хидрологијата испарувањето и трнспирацијата (испарувањето на растенијата) збирно се нарекува евапорација. Испарувањето на водата се случува кога површината ќе се изложи на воздух, овозможувајќи го излегувањето на молекулите во облик на пареа. Дел од таа пареа потоа формира облаци.

За да можат да испарат, молекулите во течноста мора да бидат близу до површината, да се движат во соодветна насока и да имаат доволна кинетичка енергија за да ги совладаат меѓумолекуларните сили во течноста. При мало испарување, само мал дел од молекулите ги задоволуваат овие услови.

Бидејќи кинетичката енергија на молекулата е право пропорционална на нејзината температура, испарувањето е поинтензивно при повисока температура. Со излегувањето на побрзите молекули, оние што преостануваат имаат помала просечна кинетичка енергија, и затоа температурата на течноста се намалува. Оваа појава се нарекува „испарувачко разладување“.

Испарувањето се одвива побргу и при контакт на воздухот со течноста и кај течностите со поголем парен притисок. Затоа, обесените алишта се сушат (со испарување) побргу на ветровит откоку на мирен ден. Трите клучни фактори на испарувањето се топлината, атмосферскиот притисок (што го одредува процентот на влажност) и движењето на воздухот.

На молекуларно ниво, не постои строга граница помеѓу течната и гасовитата (парната) состојба. Овој меѓупростор се нарекува „Кнудсенов слој“, каде состојбата е неодредена. Бидејќи овој слој е дебел само колку неколку молекули, јасен фазен преод се гледа само на микроскопско ниво.

Течностите чие испарување на дадена температура не е видливо со голо око (на пр. масло на собна температура), сепак испаруваат, но процесот е многу побавен бидејќи нивните молекули не оддаваат доволно енергија со доволно честота за да направат пареа.

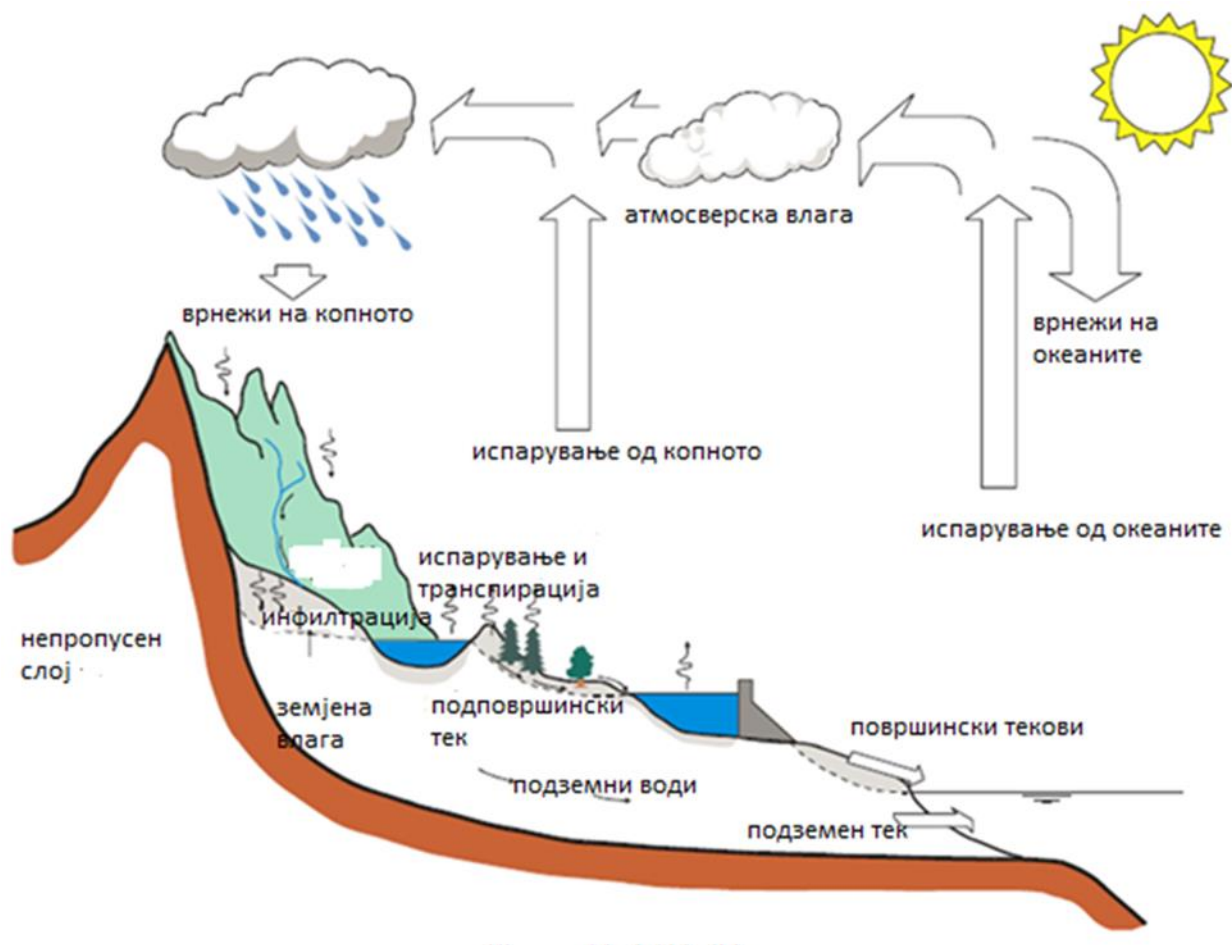
Интензитетот на испарувањето е променливо и тој зависи од повеќе фактори, како што се:

- Температурата на воздухот;
- Ветерот;
- Воздушниот притисок;
- Облачноста;
- Врнежите;
- Инсолацијата;
- Интензитетот на глобалното зрачење и др.

Фактори од кои зависи испарувањето

- Температура на воздухот;
- Температура на средината;
- Температура на воздухот над површината каде што се врши процесот на испарување;
- Релативната влажност на воздухот;
- Со зголемувањето на температурата на воздухот се зголемува и испарувањето, додека со зголемувањето на релативната влажност на воздухот испарувањето се намалува.

Слика 81. Кружење на водата



**Количината на испарување** зависи и од хоризонталните и вертикалните струења на воздухот. Тоа значи дека ако ветерот носи сув воздух над испарувачот, тогаш и испарувањето е поголемо и обратно, колку воздухот е повлажен и испарувањето е помало.

Испарувањето, исто така, зависи и од атмосферскиот притисок со кој е во спротивен однос, т. е. со зголемувањето на притисокот испарувањето пропорционално е помало и обратно, со намалувањето на воздушниот притисок испарувањето е поголемо.

### Рамнотежа на испарувањето

Кога испарувањето се случува во затворен простор, излезените молекули се насобираат во облик на пареа над течноста. Многу од нив се враќаат во течноста, и тоа сè почесто со зголемувањето на густината и притисокот на пареата.

Кога процесот на излегување и повраток ќе достигне рамнотежа, велиме дека пареата е „презаситена“, па така парниот притисок, густината и температурата на течноста достигнуваат максимална граница и повеќе не се менуваат.

Стапката на испарување во отворен систем е зависна од парниот притисок што се наоѓа во затворен систем. Со загревање на течноста, парниот притисок го достигнува амбиенталниот притисок, па така течноста зоврива.

**Концентрација на супстанцијата што испарува во воздухот.** Доколку воздухот веќе содржи голема концентрација на течност што испарува, тогаш истата ќе испарува побавно.

**Концентрација на други супстанции во воздухот.** Ако воздухот е веќе заситен со други супстанции, тогаш капацитетот за примање на течноста што испарува ќе биде помал.

**Проточност на воздухот.** Ова е делумно поврзано со гореспоменатите концентрации. Ако во испарувањата дува свеж воздух, тогаш концентрацијата не се зголемува, па затоа испарувањето е побрзо.

**Меѓумолекуларни сили.** Кога силите што ги врзуваат молекулите во течноста се посилни, тогаш на молекулите ќе им треба повеќе енергија за да *избегаат*. Ова се карактеризира со топлината на испарување.

**Притисок.** Испарувањето се одвива побргу доколку напрегнатоста на површината е помала. Со ова, молекулите излегуваат полесно.

**Површина.** Супстанцијата со поголема површина испарува побргу, бидејќи има повеќе молекули што се на површината (блиску до воздушната средина).

**Температура на супстанцијата.** Кога е потопла, тогаш молекулите имаат поголема просечна кинетичка енергија, па така испарувањето се одвива побрзо.

**Густина.** Со поголема густина на супстанцијата, течноста испарува побавно поради набиеноста на молекулите.

**Топлината на испарување** се јавува како **латентна** (скриена) и **специфична топлина** на испарување.

*Скриена топлина на испарување* е **количеството топлина** што се потрошува при **фазниот премин** за целосното **испарување** на дадена **маса течност** при константна **температура** и **притисок**. Ако таа се подели со масата на испарената течност, се добива **специфичната топлина на испарувањето**. Ако земеме  $m = 1\text{ kg}$ , следува  $dq_i = dQ_i$ . Значи, специфичната топлина на испарување бројно е еднаква на количеството **топлина** што треба да се даде на единица маса течност за целосно да испари при **точката на вриење**. За различни супстанции таа има различна вредност.

### Видови испарувачи

Постојат различни видови инструменти за мерење на испарувањето од слободната водена површина. Во принцип, може да се поделат на:

- Испарувачи кои се поставени на земја;
- Испарувачи вкопани во земја;
- Испарувачи поставени на самата водена површина, и
- Испарувачи поставени во метеоролошките куќички.



Најраспространет испарувач од првата група на испарувачи е **американскиот испарувач Класа А**.

Од втората група на испарувачи кои се вкопани во земјата најпознати се **базен испарувач 20 m<sup>2</sup>, испарувачот ГГИ 3000 и Колорадо испарувач**.

Во третата група на испарувачи е најпознатиот испарувач **ГГИ 3000** поставен на сплав. Покрај овие испарувачи, постојат испарувачи поставени во метеоролошки куќички, а тоа се **Пишеовиот и Вилдовиот испарувач**.

Пишевиот испарувач може да се употреби и надвор од метеоролошката куќичка, во време кога нема врнежи.

Во време кога има услови за мраз не се употребува.

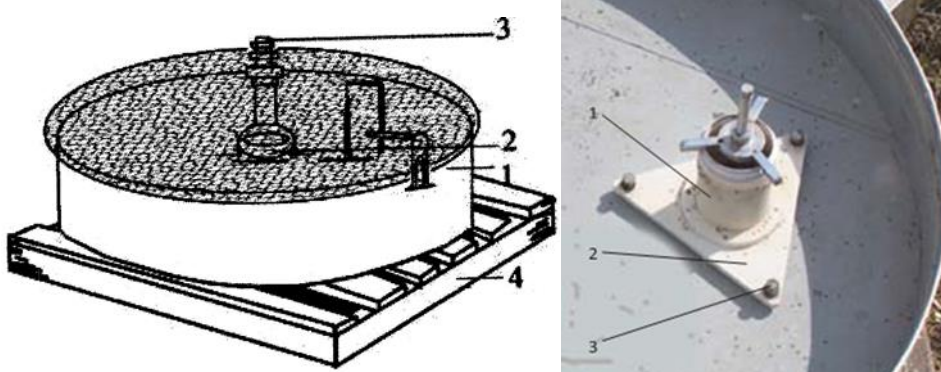
Мерењето на испарувањето со Пишеовиот испарувач се состои од читање на висината на вода во стаклената цевка. Читањето се врши во 7 и 21 часот. Разликта на вредноста помеѓу најдената состојба во 21 и 7 часот претставува дневна сума на испарувањето, додека разликата во вредноста помеѓу состојбата во 7 наутро и 21 часот од претходниот ден, претставува сума испарена во текот на ноќта.

**Испарувач Класа А се состои од следниве делови:**

1. *Сад за испарување;*
2. *Комора за смирување на водата;*
3. *Микрометар со кука;*
4. *Дрвена подлога за поставување на садот.*

Испарувач Класа А

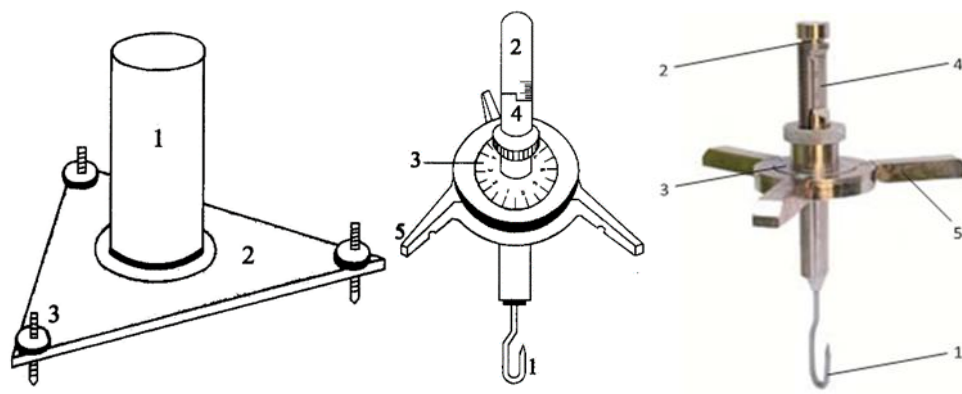
Сад со кружен облик со димензија 120 см, длабочина 25 см од цврст лим со дебелина 0,8mm.



Слика 82. А) Испарувач А класа; Б) Комора за смирување,

1-Сад за испарување, 2-комора за смирување на водата, 3-микрометарски навој, 4-основа на испарувачот.





Слика 83. Комора за смирување, 1-месинген цилиндар, 2-триаголно месингена основа, 3-на аглите се наоѓаат навои, 4-дел со сантиметарска скала, 5-трокрак носач.



Слика 84. Термометар за вода со пливец

Температурата на водата во испарувачот се мери со живин термометар за вода, точност на мерење од 0.2 до 0.1 °C. На термометарот се прицврстува пливец за да може термометарот да плови по површината на водата во садот.

Пливецот се состои од;

- 1.Чеп од плута или стиропор
- 2.Метален полутег во облик на плочка, со величина од 3,6 x 6 см
- 3.Полукружна заштита од сонцето (свиена алуминска плочка со големина од 9 x 10 см)
- 4.Спојка која ги поврзува поливецот со заштитната плочка околу плутениот затвора.

Составен дел на испарувачот е и комората за смирување на водата. Таа е цилиндричен сад со височина од 20 cm со дијаметар од 9 cm со триаголна основа која во средината има отвор. На основата има три навојни винта со кои тој се поставува во хоризонтална положба.

На горниот раб на комората се поставува микрометарски навој со кука. Вертикалниот држач кој од едната страна е заоблен, а од другара страна е рамен, на рамниот дел се обележани сантиметрите и милиметрите.

### **Базен - испарувач**

Базенот - испарувач  $P=20m^2$  е испарувач со кој се добиваат најверодостојни резултати за испарување од акумулациите и претставува основен инструмент по кој се споредуваат сите вредности добиени со другите испарувачи.

Овој испарувач е вкопан во земјата и се состои од следните делови:

#### **Испарувач - базен;**

1. **Комора за смирување на водата**
2. **Помошни инструменти за мерење на испарувањето**
3. **Испарувач ГГИ 3000**

Овој испарувач, исто така, е од типот на испарувачи вкопани во земјата. Тој се состои од сад во кој се наоѓа вода и помошни инструменти за мерење за испарената вода. Садот на испарувачот е направен од челичен лим и има површина од  $3.000\text{ cm}^2$ , со дијаметар 618 cm, а длабочина од 0,6 m.

Мерењето се врши со помош на чајничето и мензурата, при што се добива вредност чијашто разлика во интервалот помеѓу две читања претставува разлика во количеството на вода изгубено преку испарувањето на водата. Мерењата се вршат во 7 и во 19 часот по СЕВ.

#### **Испарувач поставен во метеоролошка куќичка**

За мерење на испарувањето на метеоролошките станици се користат следните видови (најчесто користени во нашата земја) испарувачи:

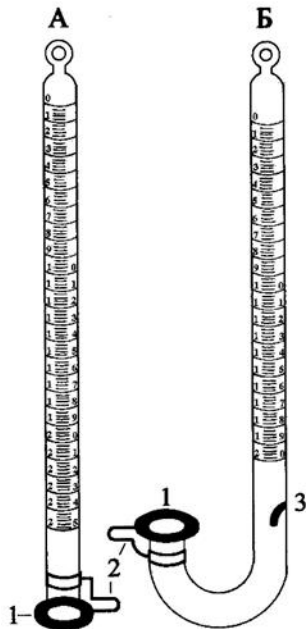
1. **Вилдов испарувач;**
2. **Пишеов испарувач;**
3. **Евапориограф според Ламбехт.**

#### **Пишов испарувач (*Picheov*)**

Овој инструмент функционира врз принципот на мерење на запремината на испарената количина на вода. Тоа е стаклена цевка со должина од 30 cm со внатрешен пречник од 1 cm. На цевката се наоѓа изгравирани милиметарска скала или поделба на  $\text{cm}^3$ .

На горниот крај цевката е затворена и има отвор за закачување. Цевката се полни со дестилирана вода, така што водата да достигне до цртата на 0, а потоа, долниот дел се затвора со котарче од впијувачка хартија (1). Хартијата ја задржува металниот држач (2) чиј еден крај е во вид на прстен, точно лежи на отворот.

Пишевиот испарувач, подготвен на овој начин, се става во метеоролошката куќичка, закачен покрај психометарот, така што стои во исти физички услови како психометарот. За разлика од стариот тип на Пишов испарувач (Б) има свиена стаклена цевка и доста тесен отвор (3) за минување на воздух. Со влегувањето на воздухот во просторот на водата се обезбедува нормално испарување, што не е случај кај стариот тип на испарувач.



Слика 85. Пишов испарувач (Picheov)

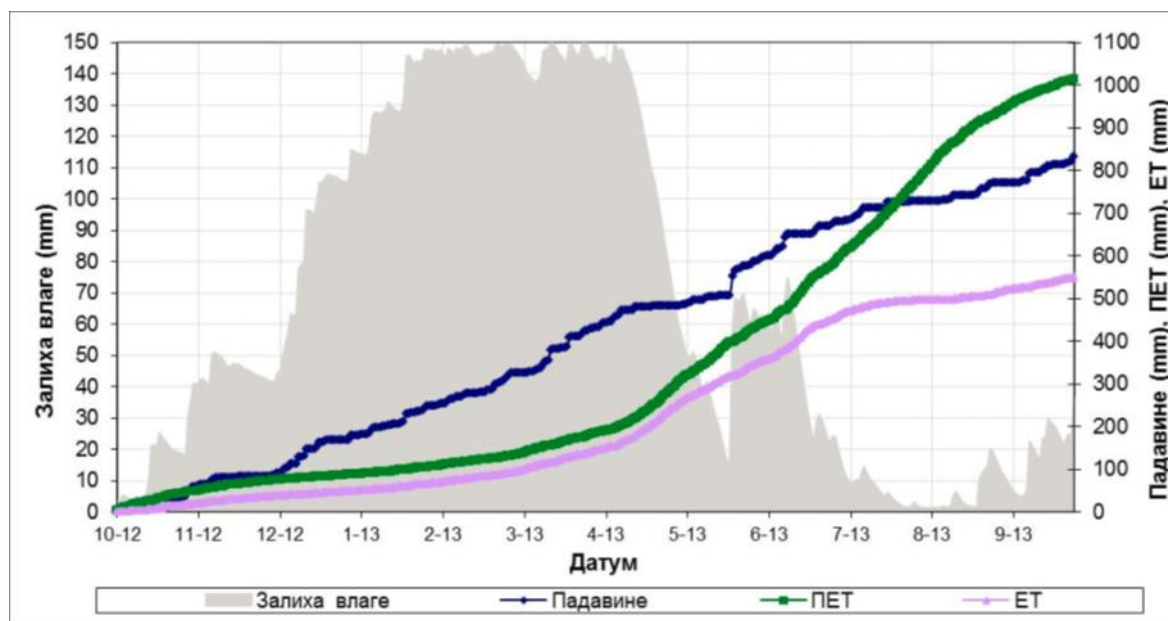
Основната цел на мерењето на испарувањето е да се добијат податоци кои ќе ни покажат колкава количина вода се губи од некоја водена или копнена површина во определен временски период преку атмосферските услови. Мерењата на испарувањето се значајни за проучувањето на циркулацијата на водената пареа во атмосферата, за определување на билансот на водата над некое сливно подрачје, како и за други хидрометеоролошки потреби.

Определувањето на големината на испарувањето се врши со пресметување преку определени метеоролошки параметри и со помош на мерења.

**За пресметување на испарувањето се користат следните методи:**

1. *Метод на воден биланс;*
2. *Метод на топлотен биланс;*
3. *Метод на турбулентна дифузија;*
4. *Метод на пресметување со помош на емпириска формула.*

Инструменти кои служат за мерење на испарувањето се нарекуваат **испарувачи** или **евапориметри**.



6)-Дијаграм-Воден биланс (збирна вредност на потенцијалната евапорација, реална евапопорација, врнежи во мм) и залиха на влага во (мм).



7)-Дијаграм-Услови на влажноста, врз основа вредност на дневен индекс на суша (SPI30, SPI60, SPI90,Z и PDSI)

#### 48. ВИДОВИ НА ВОЗДУШНИ СТРУЕЊА (ВЕТРОВИ)

Ветерот е значаен метеоролошко-климатски елемент бидејќи е и фактор кој ја одредува климата. Тој со себе ги пренесува временските карактеристики на подрачјата од каде што ја донесува воздушната маса. Неговото дејство се одразува на температурата, релативната влажност на воздухот, облачноста, врнежите итн. Тој претставува силно средство за промена на климата, како на мал, така и на голем простор.

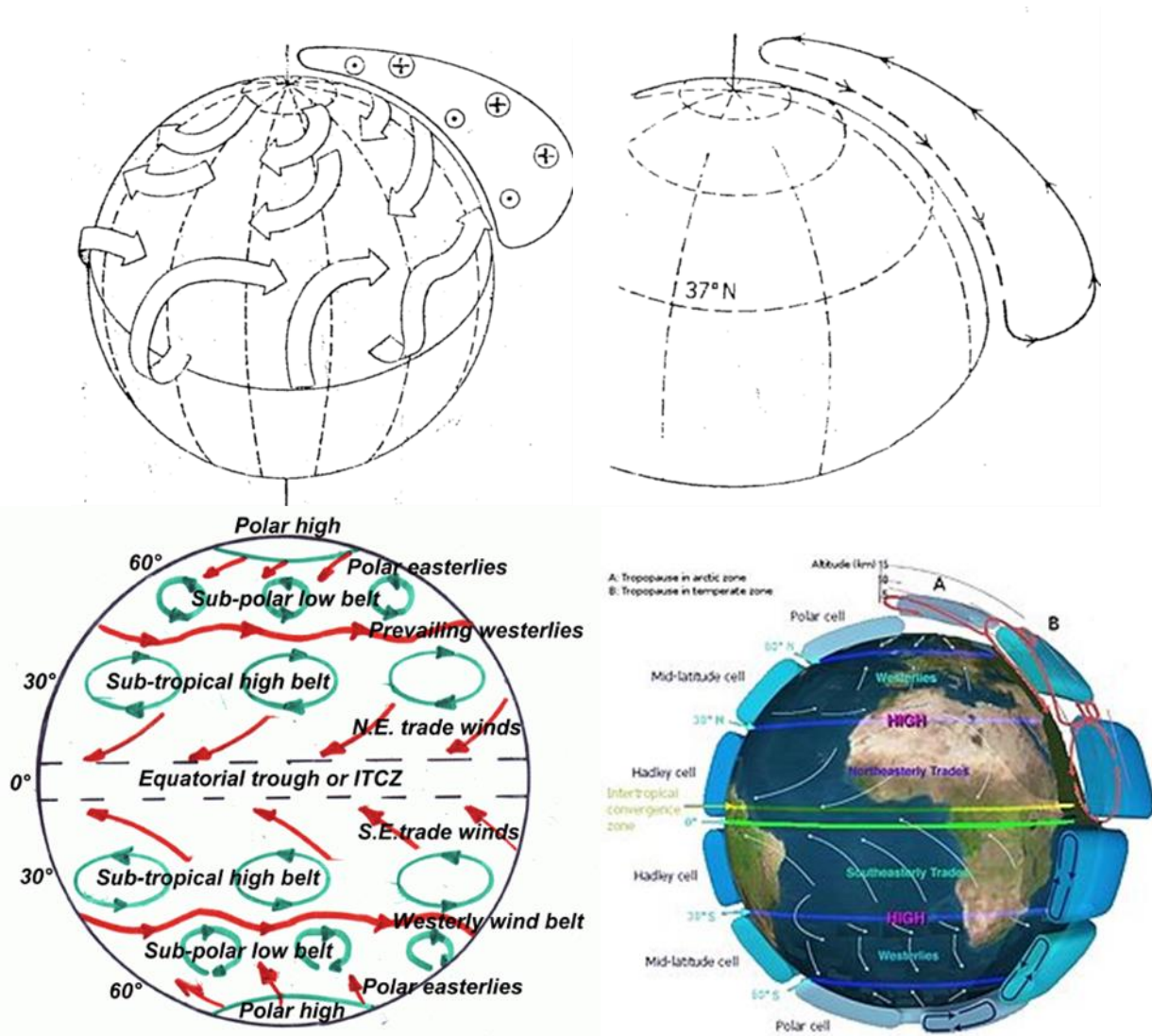
Воздушните струења се делат, во зависност од површините на кои дуваат и времето кога дуваат, на:

1. Ветрови на општа атмосферска циркулација
2. Ветрови со годишни периоди
3. Ветрови со дневни периоди
4. Регионални (слаповити) ветрови

##### **1. Ветрови на општата атмосферска циркулација**

Овие ветрови зафаќаат големи пространства од земјината површина. Карактеристично за овие ветрови е тоа што тие можат да дуваат перманентно повеќе денови без да ја променат насоката и силата;

Овие видови на ветрови кај кои се врши перманентна размена на воздухот, помеѓу поголемите и помалите географски широчини, помеѓу континентите и океаните.



Слика 86. Ветрови на општата атмосферска циркулација

- Пасатите како постојани ветрови дуваат од 30° СГШ и 30° ЈГШ кон екваторот. Поради земјината ротација скршнуваат кон запад.
- Антипасатите дуваат од екваторот на височина од 4 км на север и југ сè до 30° СГШ и 30° ЈГШ од каде што го менуваат правецот од запад кон исток.
- Западните ветрови дуваат на запад од Атлантскиот Океан кон земјите на Западна и Средна Европа на исток.

## 2. Ветрови со годишни периоди

Периодични ветрови со годишен период дуваат половина година од копното кон океанот, додека во втората половина од годината обратно. Монсоните најчесто дуваат во зима, од копното кон океаните, бидејќи копното во текот на зимата е многу



постудено од океаните, при што градиентот на воздушниот притисок е насочен од копното кон океаните.

Овие ветрови дуваат во определени области на Земјата, во определен временски период. Од овие ветрови најважни се монсуните кои дуваат во Индокина, југоисточна Азија и Индија. Тие шест месеци дуваат од морето кон копното, а шест од копното кон морето.

### 3. Локални ветрови

Овие ветрови се застапени на релативно мали површини и во пониски слоеви од атмосферата до 2-3 км, па затоа за разлика од општата атмосферска циркулација се наречени локални ветрови.

Исто така, можат да настанат во процесот на трансформација и деформација на некое воздушно струење од системот на општата циркулација на воздухот во атмосферата, во планинските предели.

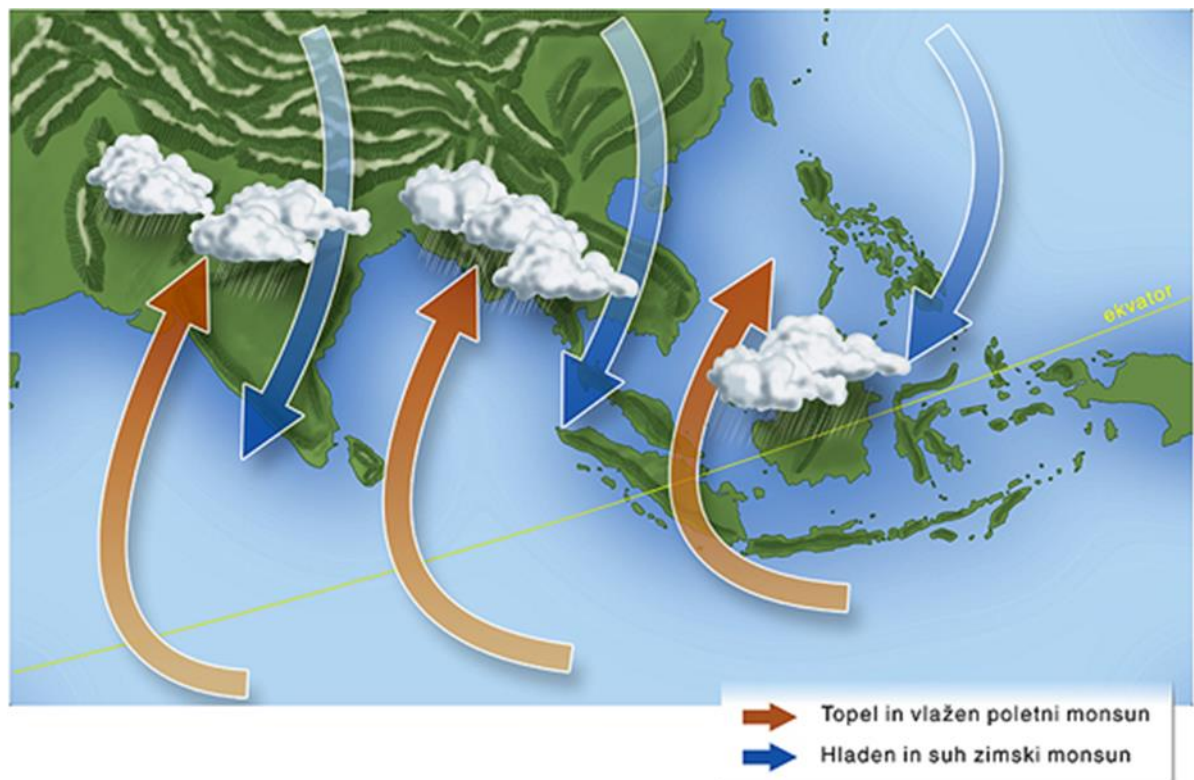
Во локалните ветрови спаѓаат:

Дневните периодични и слаповити ветрови.

### 4. Дневни периодични ветрови

Во оваа група на ветрови спаѓаат:

- Ветер од морето
- Ветер од копното
- 





## Слика 87. Ветрови кои дуваат од копното и од морето

Основната причина за појавата на ветерот од морето и ветерот од копното е нееднаквото загревање и ладење на граничните делови од морската и копнената површина. Во текот на ноќта се воспоставува спротивна термичка разлика помеѓу копното и морето. Овие два вида ветрови се најразвиени во тропскиот појас, каде што дневните колебања на температурата се најгоре.

### 5. Долински и горски ветер

Во текот на денот, поради интензивното загревање на воздухот, во близината на падините настапува локална распределба на воздушниот притисок. Градиентот на воздушниот притисок во пониските слоеви е насочен од средиштето на долините спрема падините, а на висина обратно - од падините кон средиштето на долината или котлината.

Како последица на ваквите градиенти од долините дува долински ветер спрема планинските врвови, кој во средишниот дел од долината претставува затворена циркулација.

Долинскиот ветер е толку посилен колку што вертикалниот температурен градиент е поголем. Неговата средна брзина е 2-4 m/sec, а во некои случаи достигнува 7-10 m/sec.

### 6. Горски

Во текот на ноќта воздухот на падините, поради побрзото ладење и локалната распределба на воздушниот притисок, која е спротивна од онаа во текот на денот, почнува да дува горски ветер-ноќник. Овој ветер обично почнува да дува по полноќ, а максималната брзина ја достигнува пред изгревањето на сонцето.

Регионални (слаповити) ветрови

Под дејство на релјефот, а посебно ако обликот и положбата на планината се посебно погодни, може да дојде и до такви нарушувања и модифицирање на општите воздушни струења кои можат да условат појава во карактеристични локални ветрови кои се јавуваат на заветрените страни од планините, каде што воздухот се спушта низ планините.

Овие орографски ветрови, со оглед на нивната извесна сличност со слаповите (водопадите), се наречени уште и слаповити ветрови. Карактеристични се за определени области на Земјата. Најпознати се: Фен, југо, бура, кошава, вардарец и др.

Во оваа група на ветрови во Р. Македонија спаѓаат:

***Фен, вардарец и јужен вардарец.***

**ФЕН**

Фенот е сув, топол и најчесто силен ветер кој настапува со орографска модификација на физичките особини на воздушните струења кои се условени со

проаѓањето на предниот дел од циклон. Овој ветер донесува пораст на температурата и пад на релативната влажност.

Поради неговата голема чистина, односно прозрачност, видливоста е зголемена, а небото добива сина боја. Појави кои го следат овој ветер се карактеристичните облаци наречени „фенски валјак“ или „енска капа“, кои се јавуваат на врвот од орографската пречка и се задржуваат сè додека дува овој ветер.



Слика 88. Правец на движење на ветерот (фен)

За време на долготрајната појава на ветерот фен, поради малата влажност на воздухот, чести се случуваат шумски пожари, а исто така, имаат и негативно влијание врз психофизичките особини на луѓето и, ако се подолготрајни, предизвикуваат главоболка и раздражнетост. Исто така, во пролетните месеци тие брзо го топат снегот и заради тоа е наречен снегождер.

#### ВАРДАРЕЦ

Вардарецот дува по долината на реката Вардар од каде и го добил името вардарец. Настанува кога северно од Македонија се наоѓа поле на висок воздушен притисок, а циклон над Егејското Море. Најчесто се јавува во текот на зимата и условува пад на температурата и влажноста на воздухот. За време на неговото траење преовладува суво и ведро време. Инаку, вардарецот е најмалку прочуен ветер.

#### ЈУЖЕН ВАРДАРЕЦ

Дува во спротивна насока во Република Македонија, од јужна и југоисточна насока на Повардарие и носи значително високи температури како и суво време.

### Мерење на компонентите на ветерот

Ветерот се смета дека е определен ако се познати неговите компоненти: брзината или силата. Правецот на ветерот се определува според страните на светот од коишто дува. Означувањето на правците на ветерот се врши со почетните букви од англиските зборови N ( NORT) – север, S ( SOUTH)- Југ,

Под брзина на ветерот се подразбира поминат пат на ветерот во единица време. Брзината на ветерот се изразува во метри во секунда (m/sec), метри на час (m/h), километри на час (km/h) и милји на час.

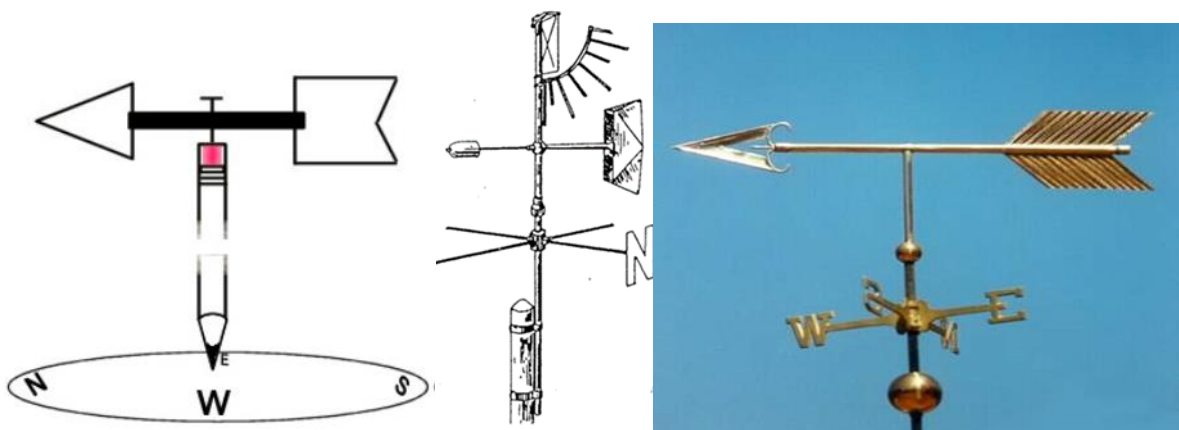
Средната брзина за ветерот во определен временски интервал е онаа брзина при која воздушните маси, движејќи се праволиниски, за ист временски интервал поминуваат ист пат како и при своите вистински брзини.

### 49. ИСТРУМЕНТИ ЗА МЕРЕЊЕ НА ПРАВЕЦОТ И БРЗИНАТА НА ВЕТЕРОТ

Иструменти за мерење на компонентите на ветерот се: ветроказот, анемометарот и анемографот.

Наједноставен инструмент за мерење на ветерот е Вилдовиот ветроказ. Тој е поставен на метален столб кој ги надвиснува околните предмети, обично 10 метри, а на отворено поле може да биде најмалку 6 метри. Ветроказот се состои од подвижен и неподвижен дел. Подвижниот дел го сочинуваат таканареченото крило за правец со противтег и лачна скала на која се наоѓаат 8 запци.

Неподвижниот дел го сочинуваат метален дел чиј долен дел е прицврстен на столбот од ветроказот. На него се наоѓаат прицврстени четири метални шипки ориентирани според страните на светот.



Слика 89. Вилдов ветроказ - E (EAST ) - исток и W (WEST) - запад

Анемометрите можат да бидат направени како: рачни анемометри и електрични далечински анемометри.

Рачниот анемометар служи за мерење на ветерот на различни висини, но најчесто се користи за мерење до два метра над површината на земјата.

### **Општи карактеристики**

На метеоролошките станици во терминот на набљудување се мери средната, а не моменталната брзина на ветерот. За потребата на синоптичката метеорологија се мери средната брзина на ветерот за период од 10 мин, додека за потреба на климатологијата се мери средната брзина на ветерот за период од 100 секунди во терминот на набљудување.

Брзината на ветерот се мери со помош на анемометар и анемограф. Анемометрите и анемографите се инструменти кои служат само за мерење на брзината, или за правецот и брзината на ветерот. Тие можат да бидат конструирани како:

- 1)-Рачни инструменти за мерење брзината на ветерот,
- 2)-Електрични далечински анемометри за мерење на правецот и брзината на ветерот,
- 3)-Анемографи за непрекинато обележување правецот и брзината на ветерот.

Рачните анемометри се употребуваат за мерење на брзината на ветерот на различна височина над површината. Со нив најчесто се мери брзината на ветерот на висина од 2 м, но може да се користи за редовно мерење на висината на ветроказот, доколку за тоа постојат поволни услови во поглед на пристапот.

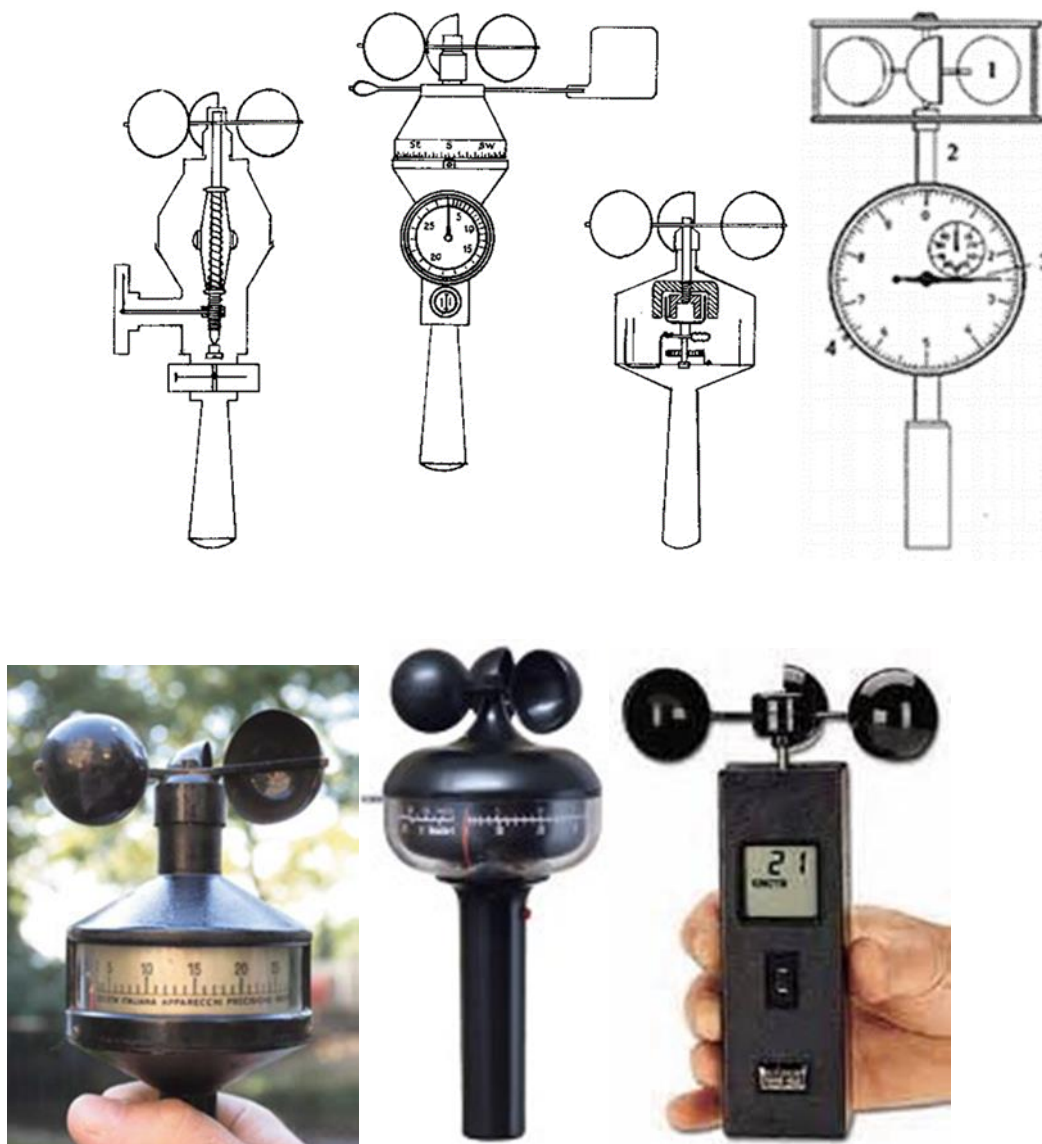
Приемниот дел на рачниот анемометар се состои од три или четири перки (шупливи полутопки), кај кој шуплините се свртени на иста страна.

Перките под дејство на ветерот се вртат во круг со одредена брзина.

Перките се поставени на осовината, која на долниот и на горниот крај е зацврстена со специјални лежишта. На долниот крај се наоѓа замаец кој движењето го пренесува на систем од запченици за кој се прицврстени покажувачи. На предната страна од кукиштето под стаклениот капак се наоѓа бројчаник со една голема стрелка на средината и две или повеќе стрелки од страната.

Помалку стрелки се движат по скалата која е подела од 0 до 100. Така на пример, кај анемометрот се две стрелки кон 1.000 м, големата стрелка обиколува еден круг додека малата се подместува за една црта. Мерењето се одвива на тој начин што терминот за набљудување на анемометар се пушта во работа. По завршеното на мерењето стрелките се враќаат во почетната положба.

За средната брзина на ветерот се зема количник помеѓу поминатиот пат во метри и времето на набљудување во секунди.



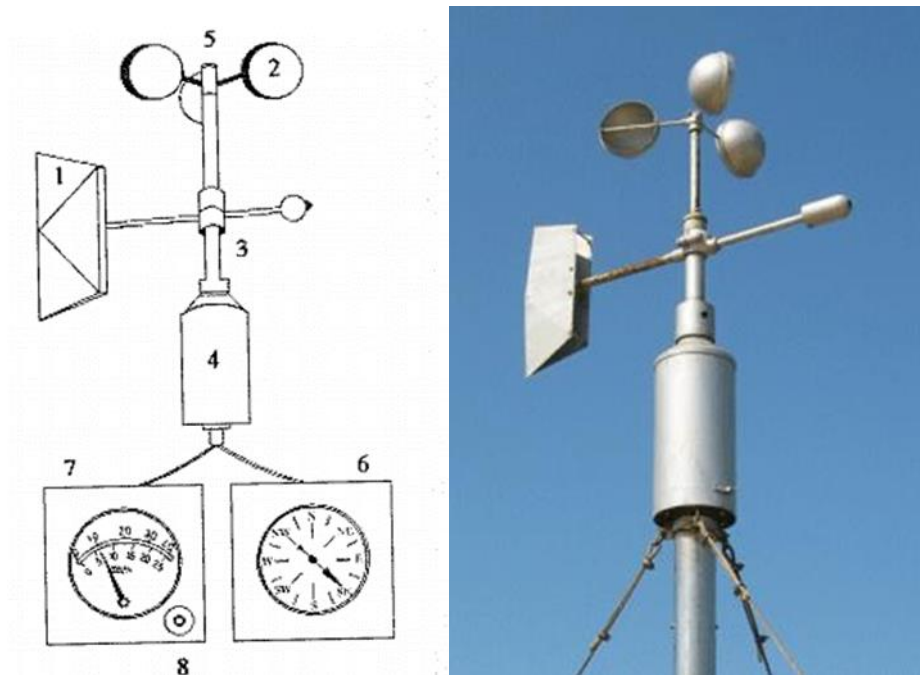
Слика 90. Рачен анемометар

## 50. ЕЛЕКТРИЧЕН ДАЛЕЧИСКИ АНЕМОМЕТАР

Се состои од два основни дела. Првиот дел е комбиниран приемник за правец и брзина на ветерот, кој се поставува на отворен простор. Вториот дел го сочинуваат два показатели (за правец и брзина) кои се поставуваат во станични згради. Комбинираниот приемник се состои од приемници за правецот на ветерот и приемник за брзина на ветерот. Приемникот за правец на ветерот е ист како Вилдовиот ветроказ. Под дејство на ветерот електричниот далечински анемометар го следи правецот на ветерот вртејќи се околу осовите, при што во внатрешноста на куќиштето се остваруваат електрични контакти.

Притоа, на секоја страна од светот одговара по еден контакт. Така добиената информација за положбата на ветерот, со електрични спроводници се пренесува на покажувачот за правецот на ветерот.

Приемникот за мерење на брзината на ветерот се состои од три стрелки кои се зацврстени на вертикална осовина која со долниот дел влегува во кукиштето каде е прицврстена за ротор генератор. При вртење на стрелките во генераторот се индуцира електромоторна сила која е сразмерна со брзината на вртењето на стрелките, т. е. брзината на ветерот.



Слика 91. Електричен далечински анемометар; 1-приемник за мерење на правецот на ветерот, 2-приемник за прием на брзината на ветерот, 3-вертикална осовина, 4-, 5-, 6-инструмент за мерење на правецот на ветерот, 7-инструмент за мерење на брзината на ветерот.

Електричниот далечински анемометар го мери, правецот и брзината на ветерот. Тие се така конструирани што приемникот за правецот и брзината на ветерот се наоѓа на висина, додека покажувачите за правецот и брзината се поставени во командната табла. Комбинираниот приемник се состои од приемник за правец на ветерот (1), кој го сочинува крилото за правецот, и приемник за брзината на ветерот, кој е составен од полутопки (2). Покажувачот на брзината е мерен инструмент. Покажувачот на брзината обично има две скали: горна - за брзина од 0 до  $40 \text{ m/sec}^{-1}$  и долна за брзина до 15 или  $20 \text{ m/sec}^{-1}$ .

Во терминот за набљудување на правецот и брзината на ветерот се одредува врз основа на положбата на стрелките на покажувачот, со тоа што претходно се притиска на копче во десниот агол.



## 51. ФУСОВ АНЕМОГРАФ

Служи за бележење на правецот на ветерот, поминатиот пат и моменталната брзина на ветерот. Сите овие три величини се обележани со краци. Како приемен дел за правецот на ветерот се користи ветрача. Овој инструмент најчесто се употребува на метеоролошки станици за одредување на елементите на ветерот.

Ветерот како метеоролошки фактор

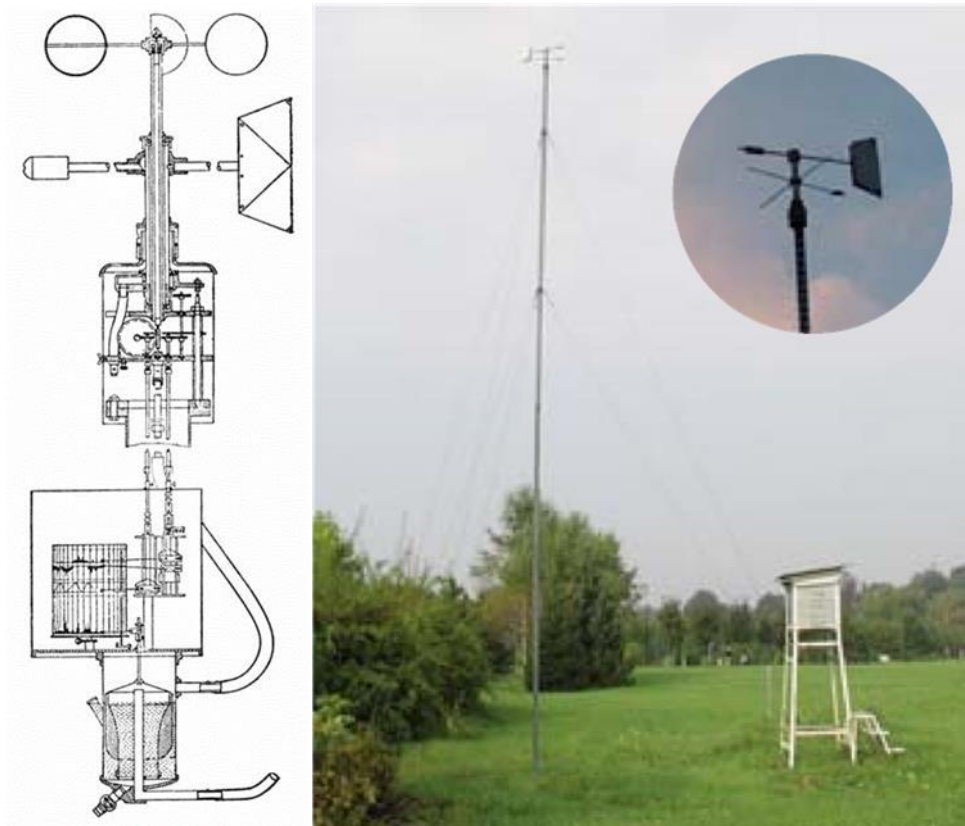
Ветерот, како што спомнавме погоре, претставува струење или циркулација на воздушните маси. Ветровите во метеорологијата се одредуваат според правецот, брзината, односно силата. Правецот на ветерот се одредува според страните на светот, а брзината во м/сек или km/h.

Мерка за сила на ветерот е силата со која тој дејствува врз некој предмет во природата. Таква мерна скала или единица е Бофоровата скала.

Инструментите кои ја мерат силата на ветерот се нарекуваат ветрометри, или анемометри. Можат да се поделат во две групи.

Инструменти кои го покажуваат правецот, брзината на ветерот или и двете компоненти;

Инструменти кои непрекинато ги бележат вредностите за правецот/брзината;.



Слика 92. Fuessovog механички анемограф



Инструменти кои го покажуваат правецот, брзината на ветерот;

Од првата група мерни инструменти, најчесто се употребуваат;

- 1.Крила за правецот на ветерот
- 2.Ветрокази и анемометри

Ветроказите се користат за одредување правецот на брзината на ветерот, како и индиректно, слаповитоста и максималната брзина на ветерот во одреден период.

Ветроказат се поставува на височина од 6-10 метри над земјината површина, на проветрен простор каде нема поголеми пречки кои значително би влијаеле врз движењето на воздушните маси на овој приземен слој.

Крилото за правец го покажува моменталниот правец на ветерот, а издигнатоста на металната плочка кон лачната скала. Оваа мерна единица е според Бофорова скала. Други карактеристични инструменти од првата група се вртливите анемометри.

## 52. РАЧЕН АНЕМОМЕТАР

- 1.Електричен рачен и делечински анемометар
- 2.Контактен анемометар;

Рачниот анемометар ја покажува средната и моменталната брзина на ветерот, најчесто на височина од 2 метра од земјината површина. Инаку, се состои од 3-4 сферни шупливи лопатки, симетрично поставени на метална осовина, и покажувачки дел со броило или стрелка.

Под влијание на силата на ветерот, оската со лопатките ротира, а тоа нешто преку соодветен механизам се пренесува на покажувачкиот дел на анемометрот.



Слика-Рачен Анемометар

Во втората група на мерни инструменти спаѓаат анемографите. Тие служат за графично одбележување на големинта, силата на компонентите на ветерот. Постојат повеќе видови анемографи, меѓутоа, кај нас најчесто се користи Фусовиот анемограф.

Тој го бележи правецот на ветерот, како и средната моментална брзина на воздушните маси. Резултатите се бележат на анемограм, од каде што поматаму соодветно се анализираат.

### 53. ВЕТРОВИ СПОРЕД ВРЕМЕТРАЕЊЕТО

Според времетраењето, ветровите ги делиме на постајани, периодични и локални. Ветровите во Република Македонија се честа појава, а особено во зимскиот период. Сепак, не се толку силни како во другите делови од Европа и светот. Врз појавата, силата и правецот на ветерот влијае најмногу релјефот. Најпознати ветрови кај нас се вардарецот и југот. Вардарецот е сув и студен кој дува од север кон југ, најчесто во зимскиот период, а југот дува во југоисточниот регион на државата. Среднодневната сила на ветерот се одредува како збир на терминските јачини (независно од насоката) поделен со бројот на термините, а се изразува во Бофори. Среднодневна брзина на ветерот се добива кога збирот на брзините во термините се дели со три и се изразува во m/s. Насоката на ветерот се означува со меѓународни ознаки, при што се земени почетните букви од англиските имиња на страните на светот (според графичкиот приказ на розите на ветер).

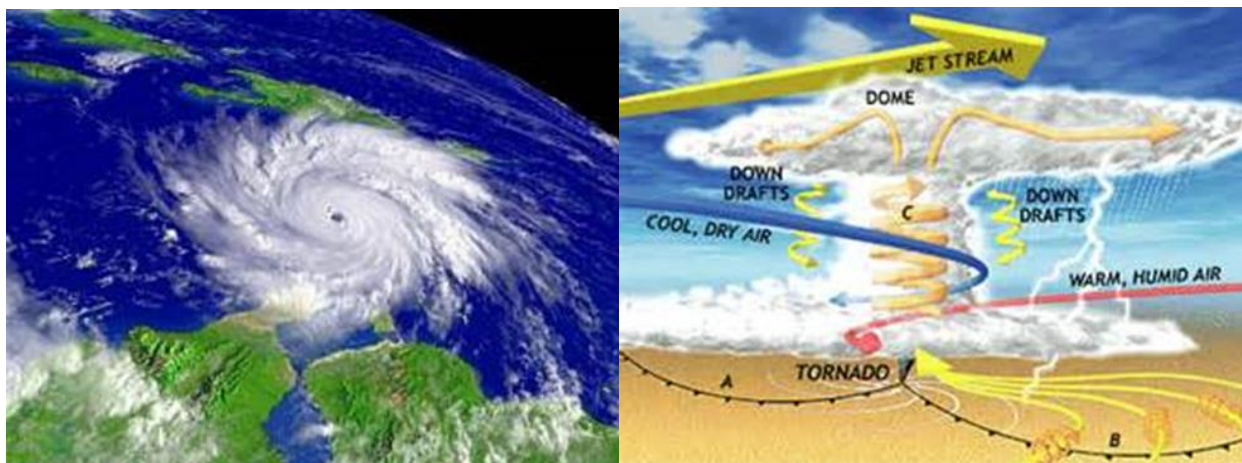
Насоката на ветерот укажува за доминантното струење на ветерот во одреден правец. Зачестеност на ветерот претставува број на јавувања на ветерот од дадената насока во проценти, каде што за 100% се зема вкупниот број на сите насоки на ветерот и тишините набљудувани во целиот период (во 7, 14 и во 21 часот).

За месеците со 31 ден, вкупниот збир на сите насоки на ветерот и тишини, треба да изнесува 93, за месеците со 30 дена 90, а за февруари 84 односно 87 за престапните години. Средната брзина на ветерот се добива кога ќе се подели сумата на брзини со сумата на честоти на насоките за секоја поединечна насока.

### 54. БУРА

Бура е многу силен [ветер](#), кој повремено дува, посебно во постудените времиња од годината, во северниот дел на источните брегови на [Јадранското Море](#), а и во некои други краеве на [Земјата](#). Како природна појава е многу значаен овој ветер, бидејќи влијае врз животот на луѓето, организмите и развојот на вегетацијата.

Бурата доаѓа од копното и дува во правец на морето. Обично има голема, речиси орканска сила, посебно на местата каде планините се блиску до морскиот брег.



Слика 93. Изглед на БУРА

### Појава на бурата

Овој вид на ветер се појавува така што студениот воздух од копното се стрмоглавува низ планинските масиви и низ тесните приморски заливи кон морето, па струјата на воздухот постигнува голема брзина. Има изразена вертикална компонента на лулање (оттаму го добил името паѓачки ветер) и [турбуленција](#).

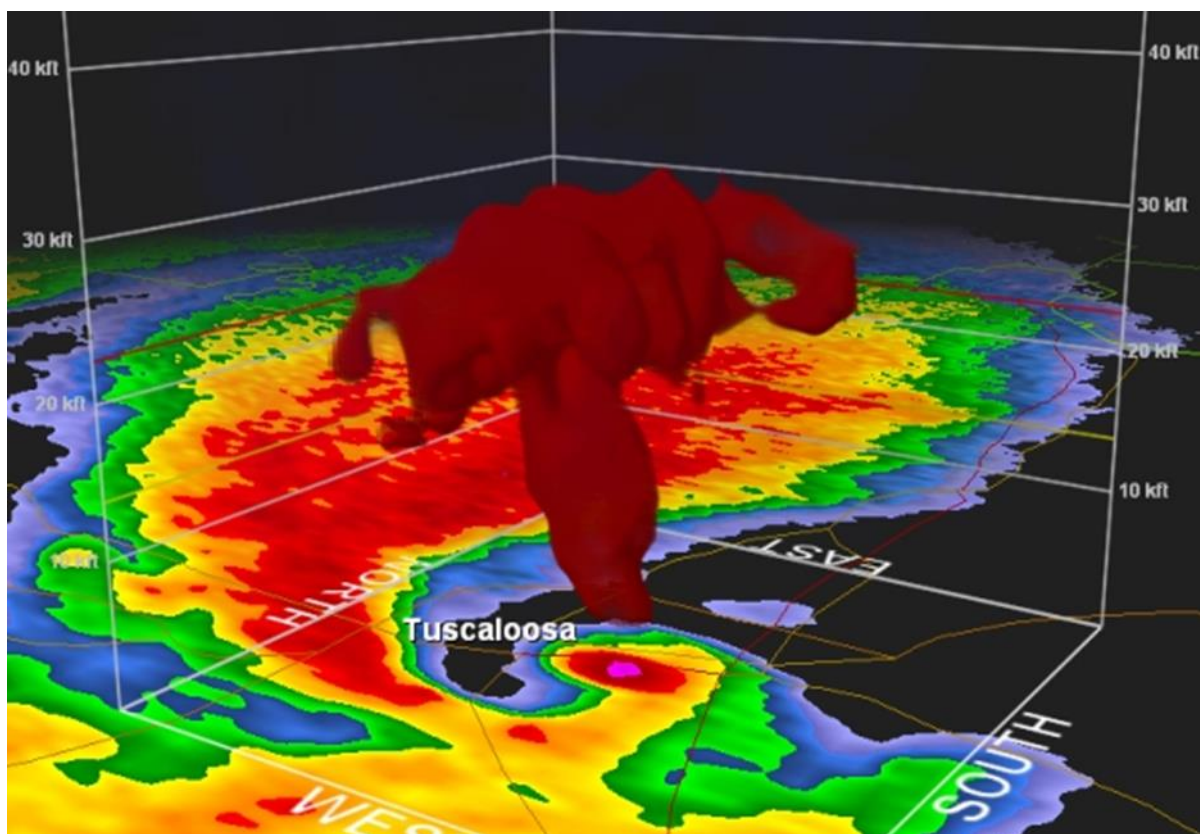
Оваа карактеристика се огледа посебно во тоа што главната струја на ветерот не е еднолична, па така бурата дува во бранови, при што послабиот и посилен бран се менува на пократки или подолги периоди.

Општите предуслови за појава на бурата, покрај посебната топографска конфигурација (релативно стрмен брег, кој е на крајот од широк планински масив), мора да се поврзат две климатски различни подрачја (широк студен копнен појас и топло море).

### Траење и брзина на бурата

Бурата може да трае и по неколку дена. Започнува нагло, а се намалува полека. Брзината на воздухот при удар на посилен бора често е поголема од 20 m/s (72 km/h), што според скалата за сила на ветровите одговара на 9 степени. Понекогаш брзината е поголема од 50 m/s (околу 180 km/h). Одделни удари на бурата често и видно ја менуваат силата и правецот, а според правецот понекогаш многу се разликуваат од општиот правец на главната струја на ветерот. При бора е значајно што дневната сила на ветерот има двоен период: главниот максимум и минимум се околу 21 часот и 14 часот, а споредните се на 7 часа и 2 часа.

На својот пат кон морето бурата со своите удари ја придвижува и ја крева морската вода, создавајќи немирно море. Морето го распрскува во многу ситни капки, од кои се создава магла, понекогаш густа и непробирна. Бурата е силен и сув ветер, кој ја намалува температурата и влагата.



5)-Метеограм за бура

#### 54.ОБРАБОТКА НА ВЕТЕРОТ

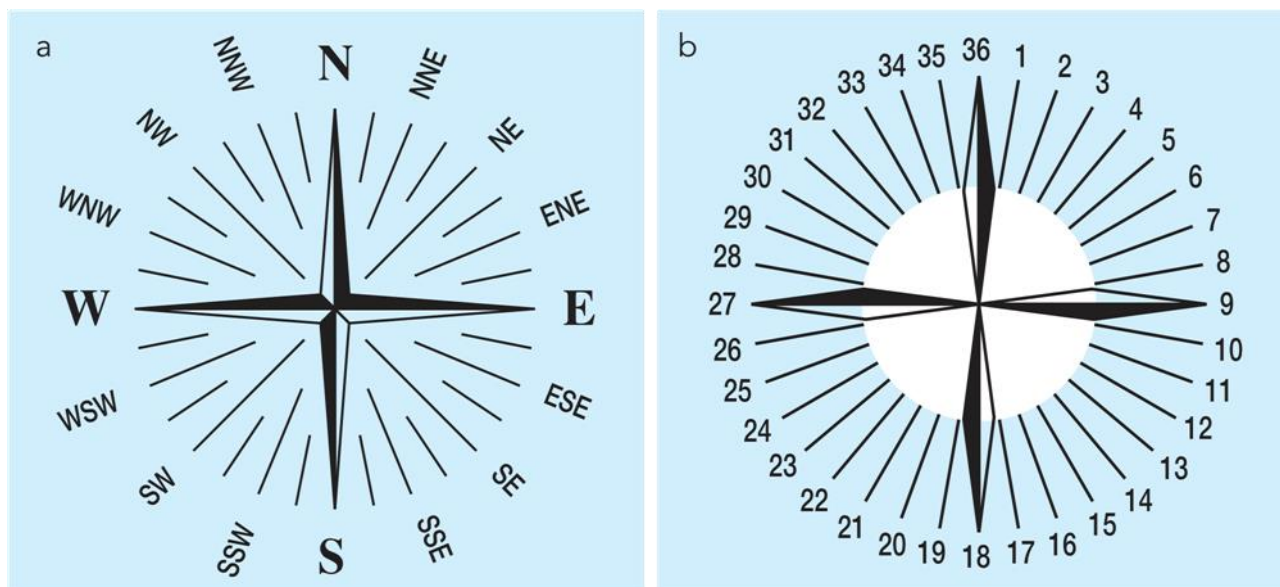
Ветерот е хоризонтално движење на воздухот во однос на земјината површина. Ветерот како метеоролошки елемент одреден е со правецот и брзината или силата.

Правецот на ветерот е правец од каде што ветерот дува. Се одредува спрема страните на светот. Брзина на ветерот претставува преминување на патот за единица време. Се изразува во (ms). Кога нема ветер, или кога неговата брзина е помала од  $0,3 \text{ ms}^{-1}$  се вели дека е тишина и се означува со С. Силата на ветерот е силата на притисокот на ветерот на одделните предмети во природата за единица време. Се изразува во степени на Боферовата скала која се означува со В.

Правецот на ветерот се одредува со помош на ветроказ, електричен далечински анемометар и анемограф. Правецот на ветерот се одредува според страните на светот од каде што ветерот дува.

Означувањето на страните на светот, спрема нив и правецот на ветерот, се врши со означување на почетните букви од нивните имиња на англиски јазик: N - (North север) E - (East исток) S- (South југ) и W - (west запад)





Слика 94. Ознаки на правците на ветерот

**Табела 15. Ознаки на правците на ветерот**

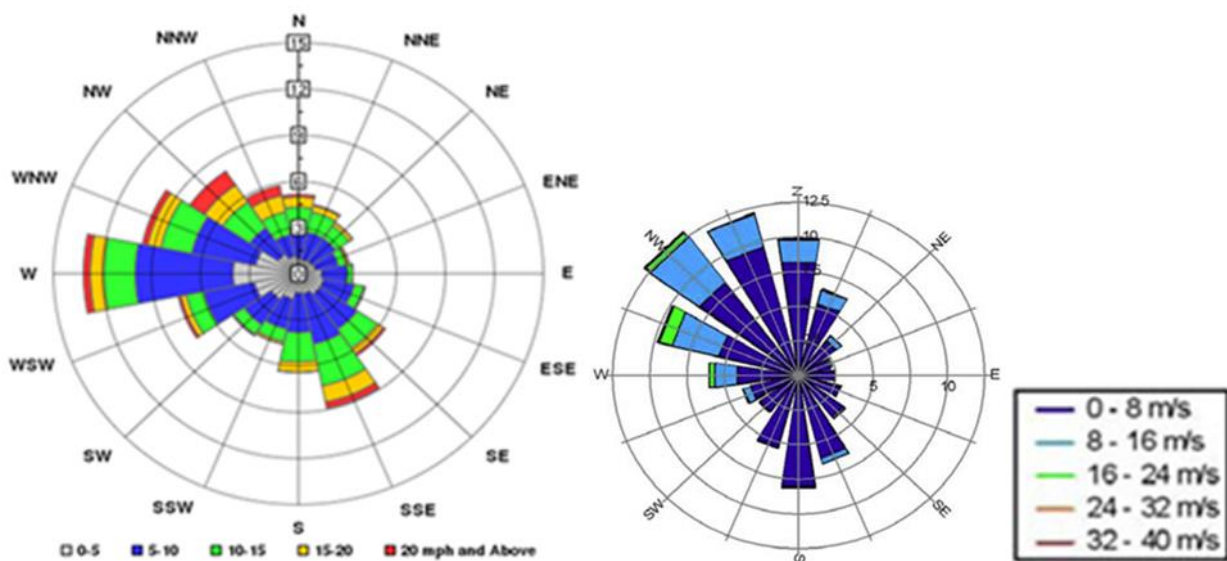
Назив на меѓународните кратенки	Меѓународни кратенки	Назив на меѓународните кратенки	Степени
Север-североисток	NNE	North-North-East	22,5
Североисток	NE	North-East	45
Исток-североисток	ENE	East-North-East	67,5
Исток	E	East	90
Исток-југоисток	ESE	East-South-East	112,5
Југоисток	SE	South-East	135
Југ-југоисток	SSE	South-South-East	157,5
Југ	S	South	180
Југ-југозапад	SSW	South-South-West	202,5
Југозапад	SW	South-West	225
Запад-југозапад	WSW	West-South-West	247,5
Запад	W	West	270
Запад-северозапад	WNW	West-North-West	292,5
Северозапад	NW	North-West	315
Север-северозапад	NNW	North-North-West	337,5
Север	N	North	360

Податоците за честота на ветерот по одделни правци, како и неговата брзина, се внесуваат во извештаи. Понатаму, во зависност од потребите, следи нивна обработка. Годишните честоти и средните брзини на ветерот, по различни правци, можат да се изразат и графички, со помош на роза на ветрови. На розата на ветерот, најчесто се нанесени 8 правци, иако може да се состои и од 16, 32 или 36 правци.

Должината на кракот од розата во одреден правец зависи од честотата на ветерот, или пак, од неговата брзина. Всушност, таа се конструира така што односот на должината на краците по различни правци, е пропорционален со честотата или брзината на ветерот (посебно се конструираат рози за честота, а посебно рози за брзина на ветерот).

Розата на ветерот се изработува за бројот на јавување на ветерот од дадена насока во промили, каде што 1.000 промили е вкупниот број на сите насоки на ветерот и тишините, набљудувани во текот на целиот период, во 7, 14 и во 21 часот. Притоа, за месеците со 31 ден, вкупниот збир на сите насоки на ветерот и тишините изнесува 93, за месеците со 30 дена 90, за месец февруари 84, односно 87 за престапните години.

Збирот на појавите на ветер по одредена насока, како и појавата на тишините се претвора во промили според простото тројно правило во кое збирот на набљудувањата на ветерот (насоките на ветерот и тишините) се зема како 1.000 промили. Тишините се добиваат како разлика од збирот на насоките на сите ветрови (во %) до 1.000. Вредноста се внесува во кругот на тишината чиј полупречник изнесува 1 см.



Слика 95. Роза на ветерот

За означување на правецот на ветерот служи розата на ветерот. Розата на ветерот може да има 4, 8, 16, 32 и 36 правци. Кога, освен главните правци, се земат предвид и меѓуправците (NE, SE, SW, NW), тогаш тоа е роза со 8 правци. Со понатамошна поделба се добива роза со 16, односно 32 правци.

Розата на ветерот со 36 правци прави кругот со поделба на растојание од 10 степени, значи од 1 до 36. Таа роза е меѓународно усвоена за размена на податоци во шифриран облик и за одредување на правецот на вистинскиот ветер.

## 55. БОФОРОВА СКАЛА

За определување сила на ветерот при непостоење на инструменти за мерење на правецот и брзината на ветерот се користи Бофоровата скала. Бофоровта скала служи за визуелно определување на силата на ветерот, под која се подразбира дејството кое ветерот го врши врз предметите и врз целата природа.

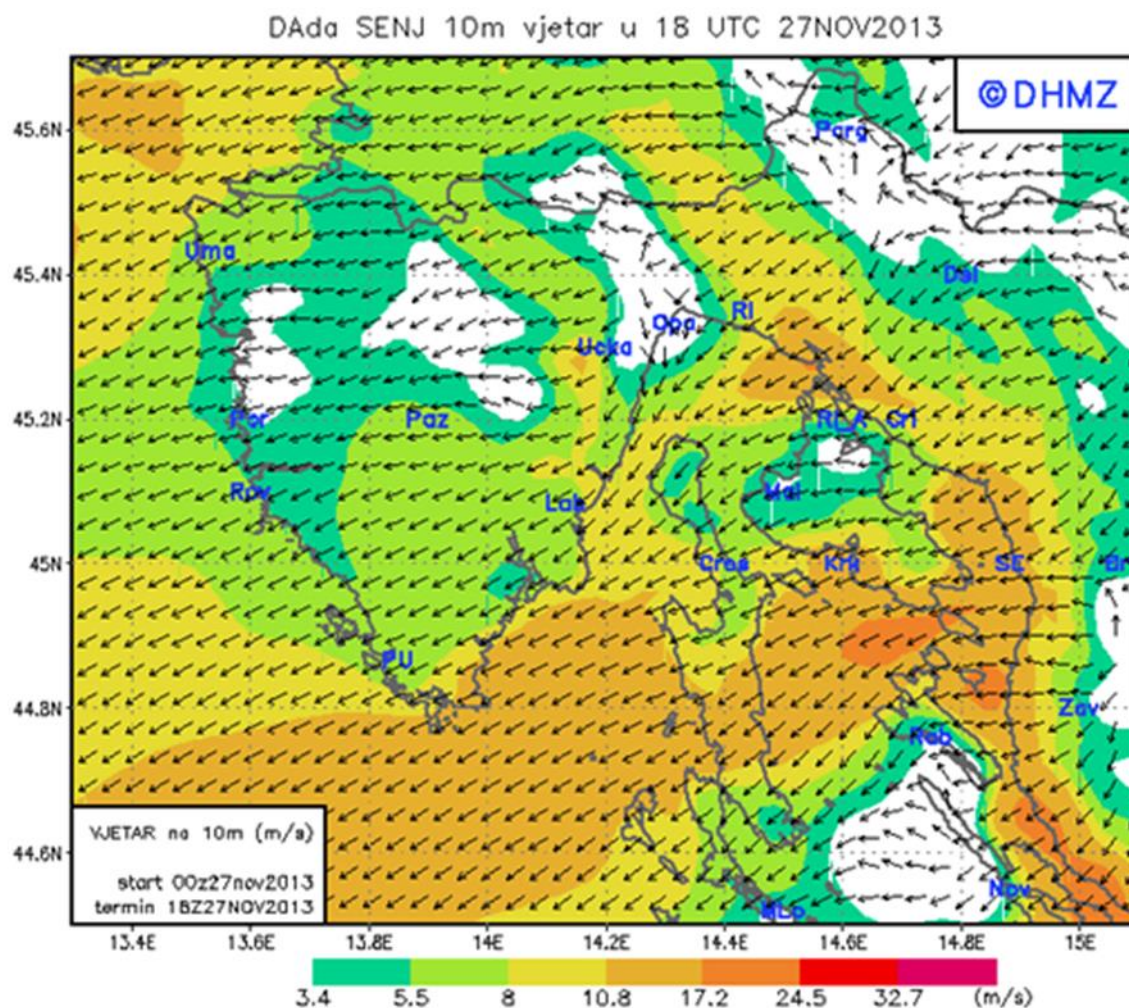
За изразување на силата на ветрот по оваа скала се употребуваат броеви од 0 до 12 каде 0 претставува тишина а 12 најсилен ветер. Употребата на Бофоровата скала за оценување силата на ветрот задолжително ја има на сите главни метеоролошки станици, без оглед на тоа дали на станицата има инструменти за мерење на брзината на ветрот. На тој начин се врши споредба на мерењата на сила на ветрот со помош на Бофоровата скала и други

### Описна-16)-Бофорова скала

Q (B)	Назив на ветерот	V(ms <sup>-1</sup> )	Опишување на појавите во природата
0	Тишина	0,0-0,3	Тивко: прашината се дига нагоре
1	Кривина на ветерот	0,3-1.5	Правецот на ветрот се запазува по кревањето на прашината, а не по ветроказот.
2	Ветер	1,6-3,3	Ветерот се осеќа на лицето, листот трепери
3	Слаб ветер	3,4-5,4	Листовите на гранките се нишаат постојано
4	Умерен ветер	5,5-7,9	Ветерот ја подига прашината и листови хартија. Подига мали гранки
5	Умерено силен ветер	8,0-10,7	Тенките стебла се нишаат
6	Силен ветер	10,8-13,8	Се нишаат големите гранки. Се слуша зуење на телеграфските жици



7	Многу силен ветер	13,9-17,1	Стеблата на дрвјата се нишаат  Одењето по ветер е отежнато
8	Буроносен ветер	17,2-20,7	Ветрот ги крши гранките на дрвјата. Одењето по ветрот е отежнато
9	Бура	20,8-24,4	Предизвикува мали оштетувања на зградите
10	Силна бура	24,5-28,4	Ретко се јавува во внатрешноста на копното. Ги откорнува дрвјата од земјата и предизвикува штети на зградите
11	Орканска бура	28,5-32,6	Многу ретка појава
12	Бура	32,7-36,9	.....



## 6)-Метеограм за правци на движење на ветерот

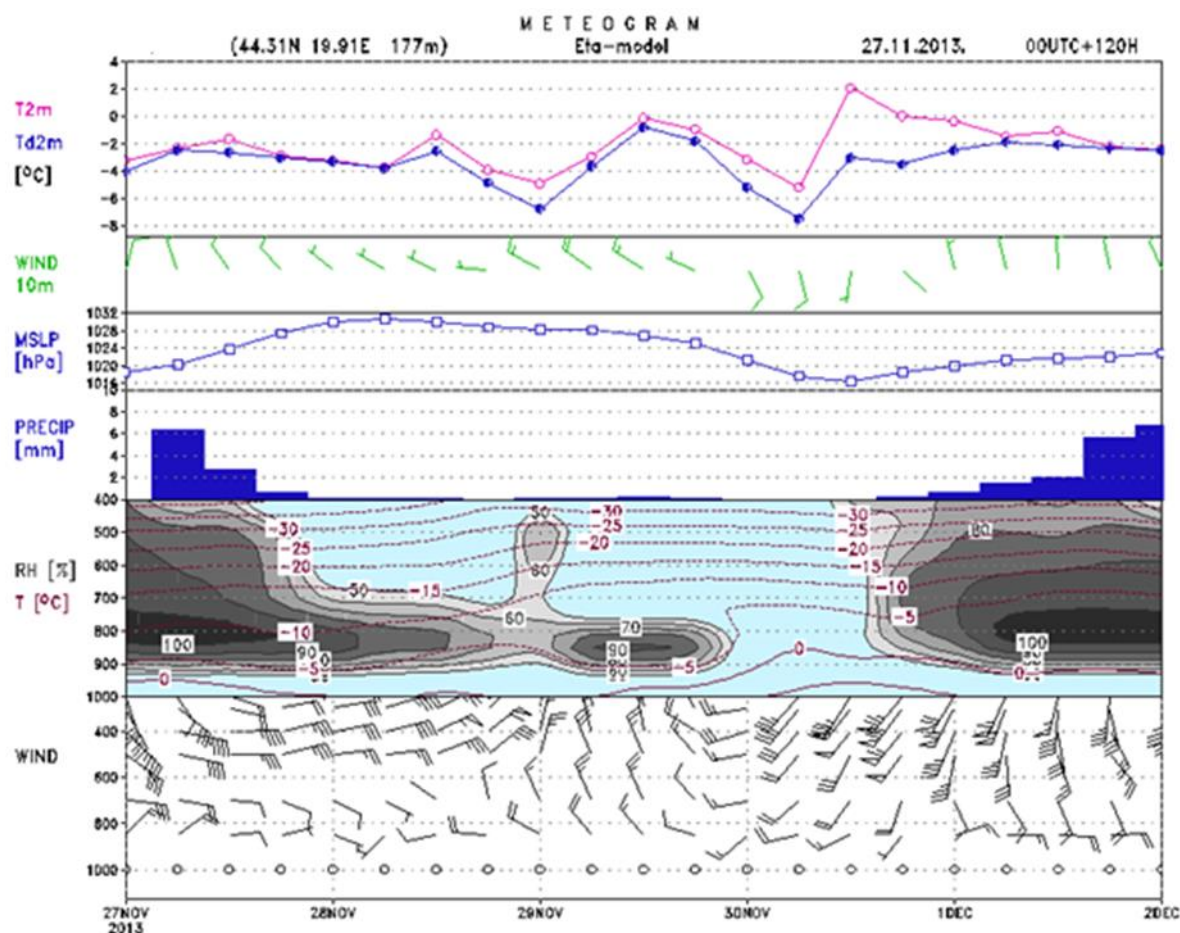
## 56. ОБРАБОТКА НА АНЕМОГРАМИТЕ

Анемограмот е составен од три дела: дел за регистрирање на насоката на ветерот, дел за регистрирање на поминатиот пат на ветерот, преку кој се одредува средната брзина на ветерот, и дел за регистрирање на моментална брзина на ветерот преку кој може да се одреди и силата на ветерот.

Одредувањето на насоката на ветерот се состои во одредување на доминантниот правец за секој час. Најчесто, записот е во вид на низа од вертикални цртички кои личат на широка трага. Насоката на ветерот се определува според најблиската хоризонтална линија која означува еден правец кој е најдоминантен во текот на секој час.

По обработка на анемограмот, податоците за насоката, средната брзина и моменталната брзина на ветерот се внесуваат во посебен образец наречен „часовни вредности за ветерот“

Комбинацијата на овие почетни букви за 4 главни правци се обележани и сите останати правци. Поради прецизното изразување на правецот на ветерот се користи роза на ветерот која може да има 4, 8, 16, 32 итн.



8)-Метеограм за движење на ветерот

## 57. ОБРАБОТКА НА ПОДАТОЦИТЕ ЗА ВЕТЕРОТ

Постојат два начина на обработка на податоците за правецот и брзината на ветерот, истовремено или, пак, одвоено прикажување.

Вистинскиот распоред на ветровите кои дуваат во едно подрачје може да се прикаже само ако постојат податоци за период од максимум 20 години.

При одредувањето на распоредот на ветровите е неопходно да се определи *зачестеноста на ветерот*, односно бројот на јавувањата на ветерот од дадената насока во проценти (%), каде што за 100% се зема вкупниот број на сите насоки на ветерот и тишините, набљудувани во текот на целиот период, при набљудувањата во 7, 14 и во 21 часот.

За месеците со 31 ден, вкупниот збир на сите правци на ветерот и тишините изнесува 93, за месеци со 30 дена изнесува 90, а за февруари 84, односно 87 за престапните години.

Вредноста на *тишината* се добива како разлика помеѓу 1.000 и збирот на промилните вредности на дадените насоки на ветерот.

Збирот на насоките на ветерот и тишините се претвора во промили (‰) според простото тројно правило, во кое збирот на набљудувањата на ветерот се зема како 1000 ‰.

Во табелата е дадена честотата на ветровите за повеќегодишен период на набљудувања. Одредете ги: вредностите на тишините (C), збирот на тишините ( $\Sigma C$ ), збирот на честотите за секоја насока посебно ( $\Sigma \hat{c}$ ) и вредноста на промилите (‰)?

**Табела 17. Честота на правците на ветерот**

M e c e ц	N	N N E	NE	E H E	E	E S E	SE	SS E	S	S S W	S W	W S W	W	W N W	N W	NN W	C	
I	148		2				25	6	8	2	13		9		42	24		1000
II	172	1	2		1		48		37		12		5		96	24		1000
II I	173		1		1		98	2	71	1	34		4		59	10		1000
I V	110		6		2		138	2	48	4	13		6		45	18		1000
V	106		7		2		104	1	48		21		5		54	18		1000
V I	139	2	6		2		49	4	33	1	21	1	16		72	14		1000
V II	200	1	24		1		38	1	12	1	10		12		98	14		1000
V II I	165		15		4		54	1	17		17		14		10 2	10		1000
I X	134	1	5		4	2	72	3	29	1	9	1	7		82	10		1000

X	95	2	2		3		84	1	36	2	30		5		62	8		1000
X I	101	1	3		1		96	3	46	4	11		6		37	8		1000
X II	140		1		4		37	1	21	2	19	1	5	1	53	15		1000
$\Sigma$ ê																		
% °																		1000

**Табела 18. Средна брзина на ветерот (m/s)**

Мес	N	NN E	NE	E N E	E S E	SE	SSE	S	SS W	S W	W S W	W	WN W	N W	NN W
I	4.4		5.0			3. 9	3.6	3.5	6.0	3.2		2.7		3.7	3.7
II	5.0	2.0	5.0		2.0	4. 7		4.5		3.6		2.7		4.1	5.6
III	5.5		4.0		2.0	4. 9	5.8	4.4	2.0	4.0		4.8		3.6	4.8
IV	4.5		5.8		2.3	5. 1	7.0	4.1	8.0	4.5		4.8		3.7	4.7
V	4.2		3.7		3.3	4. 1	6.0	3.6		3.8		5.0		3.5	4.6
VI	4.1	5.3	3.0		4.0	3. 8	6.0	4.0	4.0	3.7	4.0	3.3		3.7	6.6
VII	4.1	2.5	4.5		2.0	3. 9	4.0	3.8	2.0	3.5		2.6		4.1	5.3
VIII	4.3		4.2		1.6	4. 2	2.0	4.0		3.2		3.0		4.3	6.3
IX	4.2	8.0	5.0		2.0	2. 4	2.8	3.6	2.0	3.5	1.0	2.4		3.9	6.5

					0	2										
X	4.3	4.0	5.0		2.5	4. 3	1.5	3.4	6.7	4.0		2.8		4.1	7.3	
XI	4.5	4.0	2.8		2.0	4. 5	4.8	4.4	5.2	3.4		2.8		3.7	6.4	
XII	4.1		10.0		3.2	3. 5	6.0	3.7	2.7	3.3	2.0	3.1	1.0	3.5	5.3	
V год.																

Заради полесно прикажување на бројот на појавите на ветерот од одредена насока, се врши графичко прикажување на податоците, односно се *црта роза на ветерот*.

Таа може да биде прикажана само со главните насоки на ветерот (N – север, E – исток, S –југ, W –запад), со главните меѓунасоки (NE,SE,SW,NW), или со останатите насоки (NNE,ENE,ESE,SSE,SSW,WSW,WNW,NNW). При графичкото прикажување на ветерот се определува и вредноста на климата (C), односно тишината која се внесува во кругот на розата.

**Табела 19. Просечна зачестеност, средна брзина и максимална сила на ветерот во осум правци (1‰ = 0.5mm; 1m/s =10mm)**

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C
Честота (‰)	141	118	57	113	84	38	75	80	
Mm									
Ср. брзина (m/s)	2.6	2.5	1.6	2.2	1.9	1.7	2.0	2.2	
Мак. сила (Bf)	8	7	7	7	7	5	10	7	
Честота (‰)	205	23	58	115	66	30	23	150	
Mm									
Ср. брзина (m/s)	3.3	1.8	1.3	1.6	1.5	1.4	1.4	3.4	
Мак. сила (Bf)	10	7	7	7	6	5	6	10	



## 58. МАГЛА

Маглата претставува кондензирана водена пареа во приземниот слој на воздухот, односно под магла се подразбира заматеност на приземниот слој на воздухот кога видливоста е намалена под 1 km.

Појавата на магла е предизвикана од: кондензацијата на водената пареа на земјината површина и од присуство на ситни водени капки кои лебдат во воздухот.

Оваа атмосферска појава се создава во услови кога релативната влажност на воздухот е многу голема и при приближување на температурата на воздухот кон температурата на росната точка.



Слика 96. Испарување, формирање на маглата

При температура над нула степени маглата се состои од водени капки.

При температура под нула степени може да се состои од преладени водни капки.

На температура од околу -10 степени и пониска температура, се состои од водни капки и ледени кристали.

Ако температурите се ниски, маглата содржи само ледени кристали. Таквата магла се нарекува ледена магла.

Маглата претставува атмосферска појава (метеор) која ја намалува хоризонталната видливост под 1 km. Таа е условена од присуството и содржината на голем број ситни капки или замрзнати кристали во приземниот слој на воздухот.

Маглите кои можат да се формираат на повеќе начини, можат да се поделат на:

1. Адвективни магли
2. Радијациски магли
3. Фронтални магли
4. Градски магли



Адвективните магли се такви магли кои настануваат како последица на адвекција на воздухот. Во суштина, разликуваме два типа адвективни магли: адвективни магли на топол воздух и адвективни магли на студен воздух.

Адвективните магли на топлиот воздух се јавуваат кога топлиот воздух создаден во помалите географски широчини преоѓа на постудена подлога на поголемите географски широчини. На сличен начин се јавува појава на адвективна магла кога топла воздушна маса во зимската половина од годината преоѓа на постудено копно или во лето кога топлата воздушна маса од копното преоѓа на постудена морска или океанска површина.

Адвективните магли кои се формираат над студената подлога можат во текот на зимата да бидат исклучително густы, долготрајни и да зафатат големи копнени површини. Нивното исчезнување често се совпаѓа со промената на атмосферската циркулација и со промената на студени воздушни маси. Адвективните магли на топол воздух во текот на летото кои се јавуваат кога топлиот воздух од копното преоѓа над студената океанска површина главно се слаби, ограничени на тесен појас и плиток слој во атмосферата. Најчесто се јавуваат магли на местата каде на брегот на океанот проаѓаат студените океански струи.

Радијациски магли. Овој тип на магли се јавуваат при таков тип на временски услови кои му погодуваат на создавање на радијациски инверзии. Условите за појавување на радијациските инверзии се следните:

- ведри,
- суви и тивки ноќи

Во континенталните предели во текот на зимата, посебно кога тлото е покриено со снежна покривка. Најстудениот слој на воздухот се таложи најниско, а над него се наоѓаат еден над друг сè потопли слоеви на воздухот. Меѓутоа, значајно е да се напомене дека снежната покривка која е поволна за создавање на инверзија неповолно влијае врз појавата на маглите. Овој тип магли најчесто се распространети во котлините, во речните долини, при што се јавуваат т. н. „езера на студен воздух“.

Фронталните магли најчесто се јавуваат во студениот воздух на границата на две воздушни маси. Појавата на овие магли е поради заситеноста на воздухот со водена пара која се појавува со испарување на врнежите.

Градските магли се таков вид магли кои не се разликуваат според постанокот од радијациските и адвективните магли, и кои, како што и самото име кажува, се јавуваат во поголемите градови. Маглите од овој вид имаат нечисто жолтеникава боја која е последица од големиот број на додатоци.

Градските магли во најголем број случаи се од радијациски тип и се јавуваат во градските и индустриските подрачја, додека надвор од нив се ретки и преоѓаат во сумаглица.

## 59. ОБЛАЧНОСТ

Нефологијата е наука која ги следи облаците, ја мери облачноста сè со цел да даде одговор за нивната структура и нивното дејство врз Земјата. Нефологијата како

метеоролошка научна дисциплина е во тесна корелација со авијацијата и земјоделското производство.

Метеоролошкиот елемент кој се определува визуелно со слободна проценка, таканаречена облачност, ја претставува големината на видливиот небесен свод кој е покриен со облаци.

Процената на покриеноста на небото со облаци која се определува визуелно се изразува во цели и десетти делови од видливиот дел од небото. Начинот на определување на облачността е на тој начин што целото небо се дели на 10 еднакви делови и потоа се оценува колку такви делови од небото се покриени со облаци. Кога е небото потполно ведро, тогаш облачността е 0, ако небото е напoлно покриено со облаци тогаш велиме дека облачността е 10.

Облачността може да се означува и во проценти (%), тогаш кога целокупниот небесен свод е 100%. Облачността се набљудува за климатолошки потреби во 7, 14 и во 21 часот. Определувањето на облачността како метеоролошки елемент има големо значење за утврдување на состојбата на времето (над определна територија), односно типот на времето (во една точка, на метеоролошката станица). Облачността е значаен климатски елемент, кој влијае и како модификатор на климата.

Таа влијае врз формирањето на реалната, односно физичката клима. Нејзиното влијание се однесува, во прв ред, врз заштита на Земјата од сончевата инсолација, како и врз заштита на Земјата од земјиното зрачење, познато како земјина радијација.

## 60. ОБЛАЦИ

Облаците претставуваат збир на водени капки или ситни честички мраз кои се движат во различни слоеви на воздухот. Родовите, видовите и подвидовите на облаците даваат јасна слика за струењето на воздухот на височина во слободната атмосфера.

Облачност е метеоролошки елемент кој ја претставува големината на видливиот небесен свод кој е покриен со облаци.

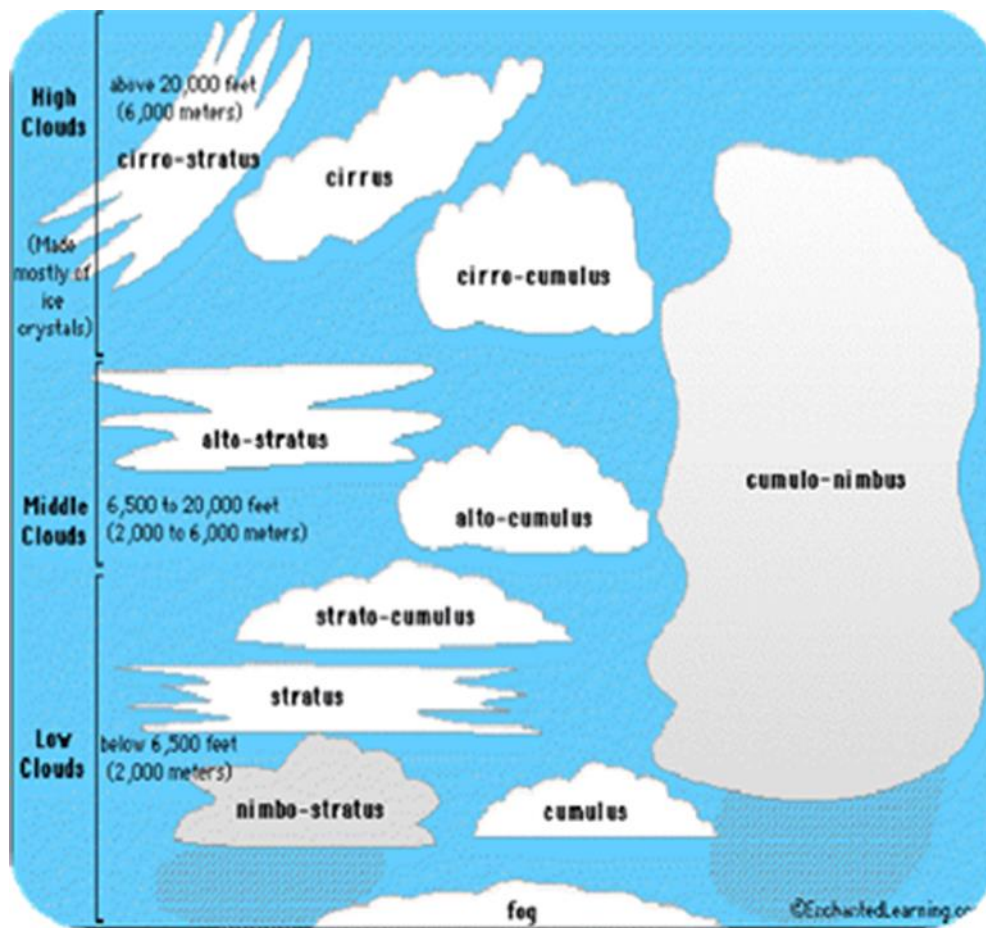
Облачността како метеоролошко-климатолошки елемент има свој дневен и годишен биланс.

Облачността е променлива во просторот и времето и зависи од многу фактори, како што се географската широчина, влијанието на морињата и копното, орографијата и др.

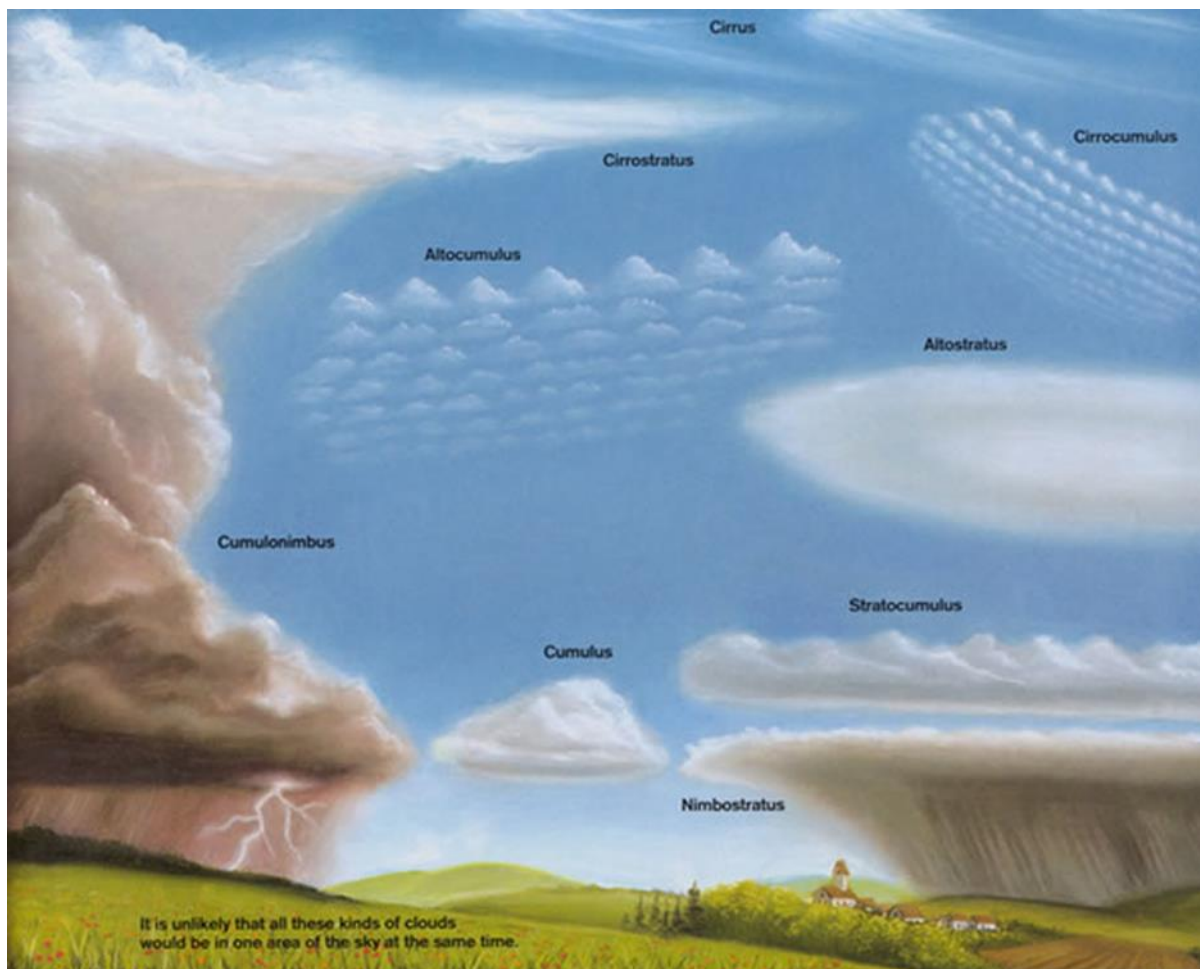
### **Создавање на облаците**

Облаци се создаваат кога влажниот воздух ќе се разлади до својата температура на росна точка. Висината на која се случува тоа зависи од воздухот и од количеството на влага, а исто така, ја означува и основата на облакот.

Студените облаци на голема висина имаат само ледени кристали, топлиите облаци на помала висина имаат само капки вода, а мешаните облаци имаат и ледени кристали и капки вода.



Слика 97. Видови облаци: Нимбостратус, кумулонимбус, кумулус, стратус и стратокумулус (ниски облаци); алтокумулус и алтостратус (средни облаци); цирус, циростратус и цирокумулус (високи облаци).



Слика 98. Видови облаци

Облаците се разликуваат според изгледот и височината на која се создаваат. Тие разлики се, всушност, основата за меѓународниот систем за нивна поделба. Таа е направена според поделбата што ја предложил Љук Хауард во 1803 година и ги користи имињата што тој ги предложил: комбинација од имињата цирус (спирала), стратус (слој), нимбус (дожд) и кумулус (куп).

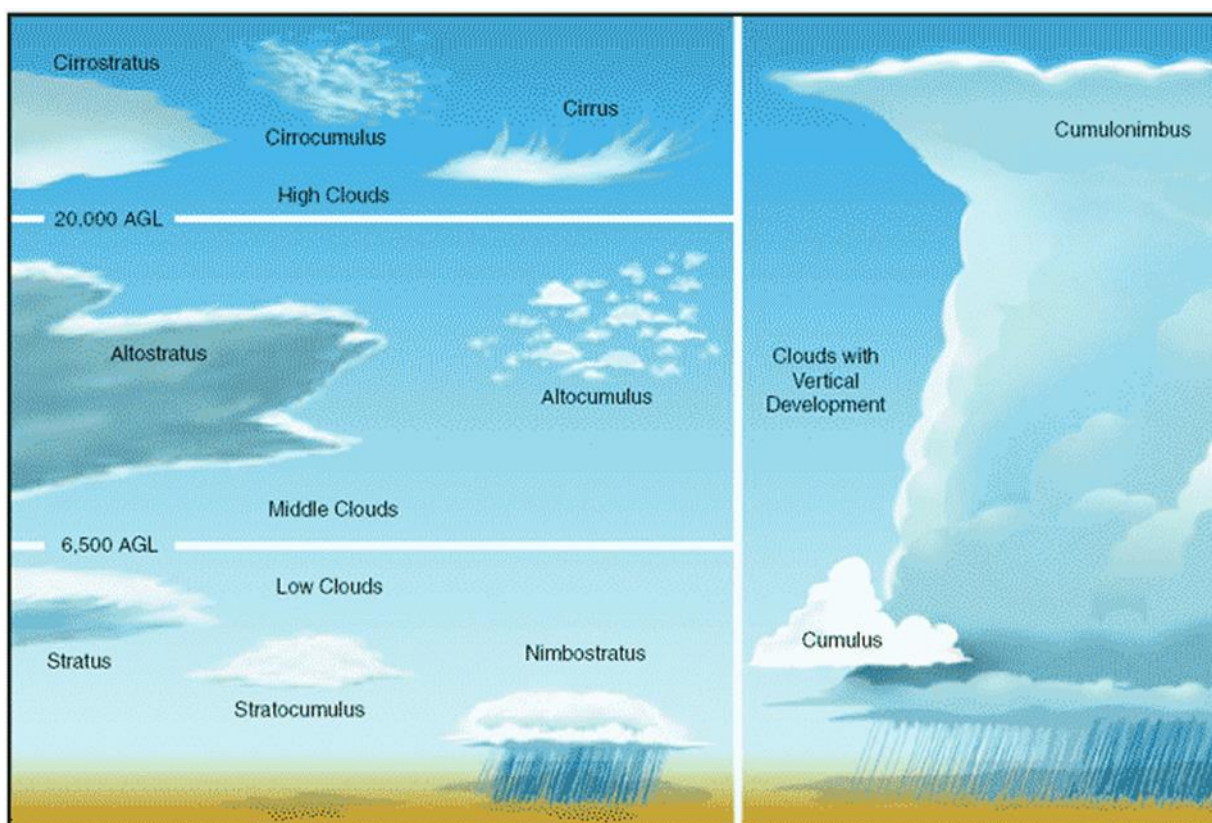
Облаците се високи, средни и ниски, според височината на која се движи основата на облакот. Кај средните и високите облаци таа височина зависи од географската ширина, височина и досегот, кои се пониски на половите отколку на умерените географски ширини, а највисоки се на екваторот.

Облаците претставуваат збир на водени капки или ситни честички мраз кои се движат во различни слоеви на воздухот во просторот којшто го исполнуваат. Тие се исклучително значајна видлива појава во атмосферата кај кои се случуваат процесите на кондензација и сублимација на водената пареа, кои доведуваат до создавање на повеќе видови врнежи и условуваат повеќе видови метеоролошки појави: фотометеори (хало, венец околу Сонцето, венец околу Месечината) и електрометеори (електрични празнења, грмежи и сл.)

Со набљудување на облаците може да се установи дека облаците се појавуваат во различни видови и дека се разликуваат (со својот изглед, со височината на која се јавуваат и по бојата).

Според височината на која се појавуваат, облаците се делат на четири фамилии:

1. Високи облаци (цирус, цирукумулус, циростратус)
2. Средни облаци (алтокумулус, алтостратус)
3. Ниски облаци (стратокумулус, стратус, нимбостратус)
4. Облаци со вертикален развој (кумулус, кумолонимбус)



Слика 99. Видови облаци



### 60.1. Високи облаци

Цирусите се атмосферски облаци кои се карактеризираат со тенки пердувести ленти, често придружени со снопови кои потсетуваат на прамени коса. Според бојата можат да бидат бели до слабо сиви и не прават сенка на Земјата. Цирусите се дебели околу 1,5 километри и обично се наоѓаат на висина од 9 километри над морското ниво, но има и такви кои можат да се најдат и на поголеми височини. Составени се од крупни кристали на мраз и нивната температура е од  $-20$  до  $-30$  °C, но од овие облаци нема преципитација (не врне дожд или снег). Постои и понатамошна поделба на цирусите според други фактори.

Цирусите се облаци во облик на нежни бели влакна или бели тесни пруги. Тие имаат изглед на влакна од кос и се со светликов сјај. Овие облаци во вид на конци или влакна можат некогаш да имаат облик на запирка, т. н. цирус унцинус. Тие можат да имаат и густ изглед и да го покријат или да го засенат Сонцето. Тие се т. н. облаци цируси списатуси. Ретко цирусите имаат облик на заокружени пушкарници или замоци кои имаат заедничка основа и ои се познати како цирус кастеланус.

Составот на цирусите е од кристалчиња мраз кои ја засилуваат нивната прозрачност и појавата на хало на Сонцето и Месечината.

Цирокумулусите претставуваат тенок слој на бели облаци кои се без сопствена сенка, кои се состојат од мали елементи со облик на зрнца, снегулки или топки кои се залепени или правилно наредени. Составени се од кристали мраз или понекогаш од изладени капки вода кои брзо можат да се замрзнат. Цирокумулусите се јавуваат во облик на леќа или бадеми кои се издолжени со дефинирани контури (т. н. цирокумулуси лентикларис). Овие облаци можат да се јават и во облик на пчелини саќиња (циркумулус стратиформис). Цирукумулуси од видот кастеланус се во вид на облаци кои личат на замоци или на мали пушкарници кои лежат на заедничка основа.

Циросстратусот е беличест облуклава и провиден облак со влакнест или фин изглед кој делумно или потполно го покрива небото на кое најчесто се јавува фотометарот хало. Циросстратустот е составен од ледени кристалчиња и може да се јави како влакнеста завеса (превез) со фини бразди. Понекогаш присуството на циросстратустот може да се забележи преку појавата на халото кое се јавува во **многу тенки слоеви**.

### 60.2. Средни облаци

Алтокумулус е таков вид на облаци кои претставуваат слој бели или сиви облаци или двата вида заедно (бели и сиви) кои имаат сопствена сенка и понекогаш се делумно со влакнест или дифузен изглед, составен од мали елементи кои обично правилно се распоредени на небото.

Алтокумулусите во најголемиот дел се составени од водени капки, додека на ниски температури на воздухот можат да се појават и мали кристалчиња, најчесто се јавуваат во облик на распространети влакна и од елементи кои се правилно распоредени. Понекогаш овие облаци имаат делови како паралелни валјаци меѓу кои може да се види небото, додека понекогаш нивниот изглед е во облик на саќиња од пчели на едно или две нивоа.

Алтостратус е облак со сивкаст, односно синкаст изглед или навлака со кончест, изобразен или едноличен изглед кој го покрива небото, преку кој Сонцето може да се гледа како преку матно стакло. Овој облак е составен од ледени кристалчиња или водени капки како и од снегулки и водени капки дожд. Тој се јавува во облик на хоризонтален слој, а може да се јави од повеќе слоеви еден над друг. Во овој род на облаци нема појави на видови на облаци, додека кај него се застапени следните подвидови на облакот: транслucidус, opakус, идулатус и радијатус.

### 60.3. Ниски облаци

Нимбостратус е облак со сив или темен облачен слој кој изгледа развлечен поради непрекинатото врнење на снег или дожд, кои најчесто достигнуваат до тлото. Дебелината на облачниот слој на овој облак е доволно голема за да го засени потполно сонцето.

Под нимбустратусот често се јавуваат искинати облаци од видот фрактус кои понекогаш можат да бидат заслени со него. Нимбустратусот нема ни видови ни подвидови на облаци.

Негови дополнителни облаци се: Перципитацио, вирга и панус.

Овој род на облаци е составен од дождовни капки, капки вода, снежни кристали и снегулки или комбинација од едните и другите. Од нимбустратусот паѓаат непрекинати врнежи од дожд, снег или ледени зрнца, кои понекогаш не ја достигнуваат земјината површина. Овој облак најчесто се појавува со лесно издигнување на просторни хоризонтални воздушни слоеви на определени височини.

Стратокумулус е облак со белузлав или сив изглед во кој има темни делови составени од залепени или раздвоени плочи, валјаци и сл., кои не се во облик на конци. Овој облак е составен од капки вода кои се проследени со дождовни капки или појава на круна, а понекогаш и снежни кристали и снегулки. Во овој вид на облаци се јавуваат следните видови на облаци: стратиформис, лентикларис и кастеланус.

Стратус е облак со непрекинат еднообразен и обично сив облачен слој од кој може да паѓа непрекинат дожд, зрнест снег или ледени призмички. Понекогаш овој облак може да биде провиден, но не се јавува хало, со исклучок кога се појавуваат многу ниски температури.

### 61.1. Облаци со вертикален развој

Кумулус се таков вид на облаци со вертикален развој кој се густи и раздвоени облаци со јасни контури кои се во облик на куполи кои личат на карфиол и кои кога се осветлени од сонцето се со бела боја, при што нивната база е приближно хоризонтална. Овие облаци понекогаш можат да бидат со облик на искинати крпи од видот кумулус фрактус.

Постојат четири видови кумулуси и тоа: хумилис, медиокрис, конгеисутс и фрактус. Додека постои еден подвид на облаци од кумулусите, и тоа кумулус радијатус. Овие облаци се составени од водени капки и кристали мраз, често се јавуваат во деловите каде температурата во облакот е под 0°C.



Кумулонимбус е облак од фамилија на облаци со вертикален развој кој е густ и моќен облак со големина како планина. Некои делови од горниот дел од овој род на облаци може да биде кончест или рамен, кој во најголем број на случаи е плоснат.

Под кумулонимбусот често се јавуваат облаци со темна основа како и ниски облаци во облик на искинати крпи и врнежи во облик на верига. Главни видови на овој род на облаци се облаците калвус и капилатус.

Овој облак е составен од големи капки во долниот дел и од кристали мраз во горниот дел. Покрај тоа, во него се наоѓаат и снегулки и крупни зрна град. Димензиите на овој облак можат да бидат многу големи во хоризонтален и во вертикален правец. Во својот развој кумулонимбусот, почнувајќи од кумулус хумилис, кумулус медиокрис и кумулус конгенстус и завршувајќи со кумулонимбус, најчесто има мазни заокружени врвови во облик на карфиол.

Во својот развој овој облак може да се претвори во облик на наковална од подвидот на облакот наречен инкус, додека при многу ниски температури може да се претвори во цела облачна маса со кончеста структура.

Овој облак се јавува како посебен, изолиран облак или, пак, како непрекината низа од облаци во облик на голем сид. Често е темен, дава застрашувачки изглед и при појавата на овој облак се јавуваат засилени грмежи и појава на молскавица, како и појава на поројни врнежи од дожд, град или снег.

Кумулонимбусот нема свои подвидови, но затоа има карактеристични дополнителни одлики и придружни облаци, и тоа: перцепитацио, вирга, панус, инкус, мама, пилеус, велум, аркус и многу ретко туба.

## 62. ПРИНЦИП НА КЛАСИФИЦИРАЊЕ НА ОБЛАЦИТЕ

Облакот е хидрометеор составен од збир на ситни честички на вода или лед кои лебдат во воздухот и не ја допираат земјата. Може да содржи и крупни честички вода или лед како и течни или цврсти честички кои немаат воден состав, како на пример, честички дим, смог или прашина.

Облаците се наоѓаат во состојба на постојано создавање и промени. Затоа постојат безброј можни облици. Сепак, постојат дефиниции со ограничен број, карактеристични облаци. Во тие карактеристични се сметаат повеќето облаци кои се појавуваат во атмосферата на Земјата. На тој начин ги класифицираме.

Овие карактеристични облаци, сепак, не ги опфаќаат сите појави поврзани со облачност. Пред сè, постои огромен број преодни форми кои не се опфатени во оваа класификација. Овие форми не се од пресудна важност, бидејќи се многу нестабилни и според тоа краткотрајни. Инаку, според своите најважни особини не отстапуваат позначајно од некои дефинирани форми. Друга група неопфатена од класификацијата се различни видови специјални облаци.

Класификацијата на обликот на класичните облаци во основа е извршена во три степени. Примарно, облаците се поделени на родови, секундарно на видови и терцијално на подвидови. Родовите се поделени во 10 групи. Тие меѓусебно се исклучуваат, односно облакот може да припаѓа само на еден род.

Повеќето надгледувани и класифицирани облаци во родови понатаму можат секундарно да се поделат во видови.

Оваа поделба на видови е извршена врз основа на изгледот на облаците или спрема нивната внатрешна структура. Облак од еден род може да му припаѓа само на еден вид. Значи еден ист облак не може да има повеќе родови. Терцијално, облаците можат да се поделат на подвидови. Подвидовите се одредени врз основа на некои карактеристични особености на облаците, како што е различниот макроскопски распоред на елементите или помал или поголем степен на просирност. Еден ист облак може да има повеќе од еден подвид, но има само еден род и еден вид. Оваа тристепенна класификација, сепак, не ја задоволува во потполност практиката.

Заради тоа се додадени два дополнителни параметра за класифицирање на облаците. Првиот параметар се т. н. дополнителни одлики и облаци следбеници.

Кај еден ист облак може истовремено да се надгледува една или повеќе дополнителни одлики. Исто така, може истовремено да се надгледува еден или повеќе облаци следбеници.

Облаците следбеници можат да бидат на кое било ниво на облаците, или над нив или под нив. Така, тристепената класификација се претвори во петостепенa. Другиот дополнителен параметар е воведување на помошен поим, матични облаци. Класичните облаци се формираат на ведро небо.

Еден голем облак во текот на времето може да добие големина.

Таа големина може да остане споена или да се прекине во однос на облакот од кој пораснала. Облакот од кој пораснала се вика матичен облак и тогаш во класификацијата на новонастанатиот облак се додава ознака дека настанал од матичниот облак со префикс *genitus*. Ова беше првиот случај на матичен облак. Другиот случај е кога цел еден класичен облак ќе доживее трансформација во облак на некој друг род.

Во тој случај, новонастанатиот облак го означува својот род, но и родот од кој настанала трансформацијата со суфикс *mutatus*.

Класификацијата на класичните облаци е следната: 1. На облакот му се одредува род. Мора да го има и може да биде само еден; 2. Се воведува ознака вид, ако облакот воопшто има особини на вид, бидејќи не мора да има. Ако има, може да биде само еден вид. 3. Се воведува ознака подвид, еден или повеќе, ако ги има воопшто. Може да има повеќе од еден вид. 4. Се проверува дали облакот има дополнителни одлики и облаци следбеници.

Облакот не мора да има ниту една од нив, но може истовремено да има повеќе дополнителни одлики, како и повеќе облаци следбеници. 5. Ако е јасно дека е во прашање матичен облак, создаден од друг облак или со мутација на еден род во друг, се додава ознака во *genitus* i *mutatus* форма, наместо овие горенаведените точки.



Слика 100. Cirrus unccius (Cu)

Раздвоени облаци по глетка бели, нежен прамен, поголем дел бели **банки** или тесни ленти. Имаат влакнест изглед (налик на коса), или свилест сјај, или овие две карактеристики заедно. Името им потекнува од странскиот збор папарјаста.

Cirrus обично се јавува на надморска висина помеѓу 3 и 8 km во поларните, помеѓу 5 и 13 km во умерните, и помеѓу 6 и 18 km во тропските области.

### **Cirrocumulus (Cc)**

Тенок облак како покривач или тенок бел слој, неосветлени облаци, составени најчесто од ситни зрнести или телесни облачни елементи, меѓусебно сплотени или раздвоени и, помалку или повеќе, правилно распоредени. Во повеќе елементи има прилична ширина и помалку од еден степен.

Cirrocumulus најчесто се јавува на висина над 3 km во поларните, над 5 km во умерените, и над 6 km во тропските области.



Слика 101. Cirrostratus (Cs)

Просирен, синобел влакнест изглед (наликува на коса) или избалансиран, кои целосно или делумно го покриваат небото. Во овие облаци обично се создава ореол. Cirrostratus обично се случува на надморска височина над 3 километри во поларни, повеќе од 5 km во умерени количини, и над 6 km во тропските предели.



Слика 102. Altocumulus (Ac)

### **Altocumulus flocus (Ac,f)**

Бела или сива боја, или сива и бела, тенок облак, покритие или слој, претежно засенчени, составени од елементи во форма на лушпички, камчиња, ролки итн. Понекогаш, делумно влакнести или нејасни (дифузни) изгледи, кои можат или не можат да се спојат. Повеќето рамномерно распоредени мали облачни елементи, обично имаат очигледна широчина од еден до пет степени.

Altocumulus, бела или сива боја, и е најчесто на надморска височина помеѓу 2 и 4 км во поларните, помеѓу 2 и 7 km во умерени количини, како и помеѓу 2 и 8 km во тропските предели.

### **Altostratus (As)**



Слика 103. Altostratus (As)

Сивкав или син облак, покрите или слој, напречно-пругаст, влакнест, или изглед на униформа, кој целосно или делумно го опфаќа небото и има делови кои е доволно тенки за да се добие преку нив како сонце да демне преку матирано стакло. На Altostratusне се создава ореол. Термин како ореол се гледа во додатокот.

Altostratus обично се случува на надморска височина помеѓу 2 и 4 km во поларните, помеѓу 2 и 7 km во умерени количини, како и помеѓу 2 и 8 km во тропските предели. Сепак, горните делови Altostratus делот често од погоре наведените горни граници на 4,7 и 8 km. Дебелината на Altostratus може да биде од 1.000 до над 5.000 метри.

### **Nimbostratus (Ns)**

Сив облак, често со темна прекривка, со мерен изглед, се должи на помалку или повеќе континуирани врнежи (дожд или снег), кои во повеќето случаи стигаат до земјата. Дебелината на овој слој облаци е насекаде толку голема што преку него не може да се види сонцето. Под слојот на облаците кои често се ниски, наизменичните облаци, што понекогаш и може да се спојат со него. Главната маса на Nimbostratus скоро секогаш се наоѓа на надморска височина помеѓу 2 и 4 km во поларните, помеѓу 2 и 7 km во умерени количини, како и помеѓу 2 и 8 km во тропските предели. Многу често, облакот база е помалку од 2 километри, често нејзината горна површина е над одредени горни граници на 4,7 и 8 km. Nimbostratus е обично подебел од Altostratus: неговата дебелина се движи 2 – 8 km.



Слика 104. Stratocumulus (Sc)

Сива боја, тенок облак, покритие или слој, кој речиси секогаш има темни делови. Составен од многу споени или одделени елементи во форма на плочки и ролки итн. Не е влакнест (со исклучок на *virge* кој се гледа подоцна). Повеќето од овие мали, рамномерно облачно распоредени елементи, имаат очигледна ширина од пет степени. Stratocumulus обично се случува на надморска височина помалку од 2 километра, неговата дебелина се движи од 500 до 1.000 m. Затоа што на поголем вертикален развој, особено поради повисоката содржина на вода, Stratocumulus е потемен од Altocumulus.





Слика 105. Stratus (St)

Стратусите се ниски облаци кои се карактеризираат со хоризонтална распределба. Настануваат од водени капки кои ќе дојдат во контакт со студени и топли воздушни маси. Се состојат од изедначени слоеви и немаат посебни контури. Многу се слични со маглата и најчесто го покриваат целото небо, а се високи од 200 – 700 метри. По боја можат да бидат темни до бели, и можат да произведат слаб дожд или снег. Кога ќе се каже дека е „облачен ден“ тоа најчесто означува небо покриено со стратуси кои го затскриваат сонцето. И овие понатаму се делат на подробни групи според различни фактори.



Слика 106. Stratus (St)

### **Stratus**

Облак покривање, обично со сива боја, прилично униформна база, од која може да падне ситен дожд, игли на мраз или снег. Кога низ облакот сирка сонцето, неговите контури се јасно видливи.

На стратус не се создава ореол, освен на многу ниски температури. Стратус понекогаш се појавува во форма на искинати **банки**. Името доаѓа од грчкиот збор издолжен. Стратус обично се случува на надморска височина помалку од 2 км. Дебелината на стратус е некаде помеѓу 10 метри и неколку стотини.

### **Cumulus (Cu)**

Кумулуси се најзабележителниот вид облаци. Тие имаат забележителна вертикална дистрибуција и јасно дефинирани облаци. Тие на изглед се пердвести и потсетуваат на памук. Кумулусите ретко произведуваат дожд, се појавуваат наутро, преку ден добиваат најголемо распространување и исчезнуваат навечер. Се создаваат на висина од 1.000 до 2.000 метри и најчесто се предвесници на другите видови облаци, како кумулонимбуси кои, пак, предвестуваат нестабилно време, со дождови, град, па дури и торнада.

Одделени се главно густите облаци, јасно наведени на контури, кои се вертикално развиени за да се обликува купот, куполи или кули, од кои горните делови обично личат на карфиол. Дел од овие облаци кога се осветлени од сонцето обично се светло бели, и врз релативно темна база и приближно хоризонтална. Cumulus понекогаш може да се искинати. Значењето Cumulus потекнува од грчкиот збор – натрупувачки, што ги опишува мошне добро.

Cumulus се случува во многу различни степени на вертикален развој. Од Cumulus humilis, вертикалниот степен на развој на неколку десетици до неколку стотина метри низ Cumulus mediocris, на вертикалниот развој на неколку стотина метри до два километра, Cumulus congestus - чиј вертикален развој, е понекогаш и до 5 км.



Слика 107. Cumulonimbus (Cb)



Слика 108. Cumulonimbus capilatus opa

Моќен и густ облак од голем вертикален развој во форма на планини или огромни кули. Барем дел од горната површина е обично мазен или влакнест, или напречно-пругасти и речиси срамнети со земјата.

Овој дел често се протега во форма на наковална или огромното перо.

Подолу е список врз база на облак, кој обично е многу темен, често ниските облаци се наоѓаат себеси искинати, сплотена со него или не, и врнежи, понекогаш во форма на девица. Најмоќните и опасни облаци од врнежи (вклучувајќи мраз зона). По тоа што само делумно се применуваат на многу високо Cumulus развој, кои можат да бидат исполнети само во тропските предели.

База Cumulonimbus обично се наоѓа на надморска височина од помалку од 2 километра, на врвот често достигнува височина од повеќе од 10 km. Cumulonimbus вертикален степенот на голем број на 3-15 km. Така споменати родови се наредени, колку што е можно во височина. Врз база на облак класификација е да се признаат нивните родови.

Горенаведените родови се, исто така, првите десет вистински случаи на облаци, затоа што постојат такви нешта, ние го нарекуваме чисти форми на облаци, кои имаат само род без видови и подвидови, и други карактеристики. Овие ќе бидат типови etalon.

Облаците главно се наоѓаат (големи) на надморска височина помеѓу нивото на морето и средно ниво tropopause, односно до 18 km во тропските предели, 13 km до умерени, и 8 km во поларните региони. Со конвекција, атмосферата во која облаците се појавуваат е поделена вертикално во три слоја или катови: на горен, среден и долен.

Слоеви се преклопуваат, а нивните граници се менуваат со географската ширина. Приближна висина на границата слоеви се дадени во следната табела:

**Табела 20. Граничен слој висина**

Слој	Поларна ширина	Умерена ширина	Тропска ширина
Горнен	3-8 km	5-13 km	6-18 km
Среден	2-4 km	2-7 km	2-8 km
Долен	Од земјината површина висина до 2 km	Од земјината површина висина до 2 km	Од земјината површина висина до 2 km

Во однос на слоевите, имаме ги забележано следните принципи кои се корисни во идентификување на облак по родови:

**1.На горниот слој-Cirrus, Cirrocumulus и Cirrostratus (високи облаци).**

**2.На средниот слој-Altostratus (среден облаците).**

**3.Долниот слој-Stratocumulus и Стратус (Ниски облаци).**

**4.Altostratus обично се наоѓаат во средниот слој, но често простираат на горниот.**

**5.Nimbostratus скоро секогаш се јавува во средниот слој, но тој обично оди и во другите слоеви.**

**6.Cumulus и Cumulonimbus обично имаат база во долниот слој, но нивниот развој често вертикална, така што нивните врвови се средната и високата класа.**

## 62. ВИДОВИ

Специфичните карактеристики на формите на облаците и разликите во нивната внатрешна структура довело до понатамошни поделби во видот на облакот на родови.

Сепак, еден ист вид може да се препише на облаци од различни родови. Иако постои мал, но ограничен број од најчестите случаи. Всушност, многу видови се наоѓаат само во едниот пол, а некои со повеќе филијали, повеќето. Ако облак не може да се утврди од страна на тип, тогаш тоа се типови и атрибути. Постојат следните видови на облаци:

### **Fibratus**



Слика 109. Long Cirrus fibratus

Одделени со тенки облаци или облачен превез, составен од речиси права линија, повеќе или помалку криви или неправилни, но тоа не завршува со куки или китки.

Оваа функција е најчест во Cirrus и Cirrostratus.

Uncinus Cirrus својства, тие се често во форма на запирка (интерпункција), кој завршува на врвот со кука или снопче. Но снопчето има заоблена protuberances форма.





Слика 110. Spissatus



111)-Cirrus spissatus



Cirrus својствата имаат отприлика дебелина што е доволно голема за да се види сивкаст, кога гледаме во сонцето.

### **Castellanus**



Слика 112. Altocumulus castellanus

Облаците дека барем делумни, на нејзината горна страна, со Cumulus (еден куп) protuberances во форма на мали кули, што им дава најмногу грапав изглед. Овие мали облачни кули, од кои некои имаат поголема висина одошто ширина, се поврзани со заедничка база, па се појавуваат за да се групираат во низи. Castellanus-нема карактер особено е видлив кога се гледа отстрана, односно во профил. Оваа функција се јавува во Cirrus, Cirrocumulus, на Altocumulus, и Stratocumulus.

### **Floccus**



Слика 113. Cirrocumulus floccus

Секој елемент на овој вид облак изгледа како мало снопче кумулусен облик, од кој долниот дел е помалку или повеќе искинат и често придружен со ДЕВИЦА (види секција со дополнителни својства).

Оваа функција се јавува во Cirrus, Cirrocumulus и Altocumulus.

Stratiformis



Слика 114. Cirrocumulus stratiformis



Слика 115. Altocumulus stratiformis



Слика 116. Stratocumulus stratiformis

Облаците се протегаат до пространа, хоризонтална форма на ќебе или мантил. Оваа функција се случува во Altocumulus, на Stratocumulus, а поретко во Cirrocumulus.

### **Nebulosus**



Слика 117. Cirrostratus nebulosus

Облак во форма на магла или превезен слој, кој не покажува никакви конкретни детали, е најчесто во Cirrostratus и Sebring.

### **Lenticularis**



Слика 118. Altocumulus Lenticular

Облаците во форма на леќи или бадеми, често се многу издолжени и обично со јасно дефинирани контури, за нив понекогаш се случува иризација. Такви облаци обично се претставени во облак форма со ОРОГРАФСКО потекло, но исто така, може да се случи и над пејсажи без вистинско олеснување.

Оваа функција е најчеста во Cirrocumulus, на Altocumulus, и Stratocumulus.

### **Fractus**

Облаците во форма на неправилна крпеница, која како да експлодира. Оваа функција се појавува само во Stratus и Cumulus





Слика 119. Cumulus fractus

**Humilis**



Слика 120. Cumulus humilis

Функција само за Cumulus; мал вертикален развој, кој генерално води изглед срамнет со земјата.

### **Mediocris**





Слика 121. Cumulus mediocris i humilis



Слика 122. Cumulus mediocris

Се припишуваат само на Cumulus и кога облаците се на умерен вертикален развој на горните делови покажуваат слабо развиен protuberances.

### **Congestus**



Слика 123. Cumulus congestus



Слика 124. Cumulus congestus

Се припишуваат само на Cumulus и тие облаци значително ескалираат и често се карактеризираат со големо вертикално ниво на развој; **Рипресдел**, често личи на карфиол.

### **Calvus**



Слика 124. Calvus

Карактеристики на cumulonimbus, во која барем некои protuberances на горниот Cumulus почнуваат да го губат својот изглед, но сè уште не се гледаат деловите cirusnog (влакнест) карактер. Тие почнува да се претвораат во облачно приметлива бела маса, со повеќе или помалку вертикални бразди.

### **Capillatus**



Слика 125. Cumulonimbus capillatus

За Cumulonimbus, главно, во неговиот горен дел има јасно изразени cirusne делови, многу влакнести и напречно-пругаста структура, често во форма на перотослед коса. Cumulonimbus capillatus обично е придружен од страна на пороен дожд и грмотавици, често се соочуваат со ветер и понекогаш со град.

Во него често се појавува многу јасна Virga. Во следната табела е даден преглед на облак, видови и сродните родови, во кои обично се јавуваат. Вкупно во табелата има 26 различни облаци поврзани со родови и видови.

Кога ќе се додаде кон овој број 10 чисти форми родови (стандардни форми) со систем на родови и видови, облаците имаат вкупно 36 видови на карактеристична облачност.

Како што може да се види, облак систем за класификација е сосема сложена и брза гранка. Особено признавање на овие само 36 видови досега бара и теоретски работи на терен. Постојат посебни постапки за типологирање на облаците, кога работат на земјата, особено кога работат од воздух или од авиони.

## 63. ПОДВИДОВИ

Различен распоред на микроскопски елементи на облачно од поголем или помал степен на транспарентност, што доведува до воведување на подвидови. Одреден облак може да биде именуван со различни подвидови, што значи дека варијациите меѓусебно не се исклучуваат, освен ако се translucidus и opacus, подвидови кои меѓусебно се исклучуваат.

Од друга страна, некои варијации можат да се препишаат на неколку различни родови од облаците. Фактот дека тоа беше резултат на повеќе подвидови, не значи дека на забележаните облаци мора да се добие името на еден или повеќе од овие подвидови.

Така, се применуваат истите правила како и за видови, но со таа разлика што варијацијата може да се случи истовремено, и не се исклучуваат една со друга (освен за двете споменати погоре). Подвидови се: intortus, vertebratus, undulatus, radiatus, lacunosus и duplicatus, основа на распоред на микроскопски облачни елементи и вкусови translucidus, и perlucidus opacus, кои беа создадени од степен на транспарентност. Intortus Cirrus - се нередовно криви влакна, кои често се заплеткуваат навидум на хаотичен начин.





Слика 126. Vertebratus

Облаците со распоред на елементи потсетуваат на 'рбетот, ребрата или на рибаскелет. Оваа функција е главно кај Cirrus-E.



Слика 127. Undulatus



Слика 128. Altostratus undulatus



Слика 129. Altostratus Undulatus



Слика 130. Stratocumulus undulatus

Облаците во форма на **банки**, кебиња или слоеви во кои постои и бран. Бранот може да се види во рамките како доста униформиран слој на облаци, или облаци составени од одделни или сплеткани елементи на секој од нив. Понекогаш може да се набљудуваат со двоен систем на флуктации. Брановидна функција се јавува главно на Cirrocumulus, на Cirrostratus, на Altostratus, Altocumulus, на Stratocumulus и стратус.

Radiatus облаци во форма на широки, паралелни бендови или ленти наредени во паралела, перспективите се чини дека се приближуваат кон хоризонтот. Или во форма, како облачно **ремен** крст над небото кон две спротивни точки на хоризонтот се нарекува точка(**a**) на зрачење. Оваа функција се јавува главно во Cirrus, Altocumulus, на Altostratus, на Stratocumulus и Cumulus.





Слика 131. Lacunosus

Облаците во форма на **банки**, кебиња или слоеви, обично се прилично тенки, кои се карактеризираат со присуство на повеќе или помалку рамномерно распоредени светли кружни отвори, од кои имаат многу остри рабови. Облачни и светли елементи меѓу просторите се често подредени да личат на мрежа или саќе. Оваа функција се јавува главно во Cirrocumulus и Altcumulus, таа може многу ретко да се поврзе со Stratocumulus.



Слика 132. Дупликатус

Облаците во вид на **банак покривач** или слоеви кои се распоредени еден над друг на различни висини кои се понекогаш и делумно споени. Оваа карактеристика се јавува кај цирус, стратус, алтокумулус, стратокумулус.



Слика 133. Транслусидус

Облаците во вид на покривач или слој од кои поголем дел е прозрачен и преку нив може да се одреди положбата на сонцето или месечината. Подвидовите на траслуцидните облаци и Опакос облаците меѓу себе се исклучуват. Оваа карактеристика се јавува кај алтостратус, стратс и стратокумулус.



Слика 134. Perlucidus



Слика 135. Altocumulus opacus



Слика 136. Алтокумулус перлуцидус

Простран облачен **банак**, покривач или слој кој содржи јасни и исцртани, а понекогаш многу тесни меѓупросторни пукнатини помеѓу составните елементи на облакот. Овие меѓупростори овозожуваат да се гледа сонцето, месечината, синилото

на небото или облаците кои се наоѓаат на повисоките нивоа. Овој подвид може да се јави заедно со подвидовите на траслуцидус и опакус. Оваа карактеристика се јавува кај алтокумулус и стратокулумус.



Слика 137. Стратокумулус опакус

Облаците во вид на распространет **банак**, покривач или слој од кои поголем број е непроѕирен и потполно го крие сонцето или месечината. Уште еднаш подвидовите опакус или траслуцидус меѓусебно се исклучуваат, што е исклучок меѓу подвидовите, но физички е очигледен.

Оваа карактеристика се јавува кај алтокумулус, алтостратус, стратокумулус и стратус. Во следната табела се прикажани подвидовите во однос на редовите во кои најчесто се појавуваат. По воведувањето на подвидовите е тешко да се зборува за конечниот број на типови облаци.

Всушност, можеме да ги пресметаме и наведеме сите видови можни облаци. Тоа би го направиле така што оние 36 видови облаци кои сме ги добиле со воведување на родови и видови ќе ги додадеме и подвидовите.

Тоа е доста сложено, бидејќи подвидовите се јавуваат во конечен број, а можно е истовремено појавување. Со тоа би морале да примениме комбинација на подвидовите на оние 36 основни облици.



#### 64. ДОПОЛНИТЕЛНИ КАРАКТЕРИСТИКИ И ПРИДРУЖНИ ОБЛАЦИ

Облаците понекогаш можат да имаат и дополнителни карактеристики, или можат да бидат следени од други, обични помали облаци познати под името придружни облаци, кои се одвоени од масата на главниот облак или се делумно споени со него.

Посматраниот облак може повремено да има една или повеќе дополнителни карактеристики или придружни облаци, што значи дека дополнителните карактеристики и облаците кои се следат меѓусебно не се исклучуваат.

##### **Мама**

Висат отоци на долната површина од облакот кои потсетуват на гради или џебови. Оваа дополнителна карактеристика се појавува главно на цирусите, цирокумулус, алтокумулус, стратокумулус.



Слика 138. Virga





Слика 139. Nimbostratus virga

Вертикални или коси траги од врнежите (дождовни пруги) кои излегуваат од долната површина на облакот, но не допираат до земјината површина. Оваа дополнителна карактеристика може да се види кај цирокумулус, алтокумулус, алтостратос, нимбостратос, стратокумулус, кумулус и кумулонимбос.

### **Praecipitatio-преципацио**



Слика 140. Нимбостратус

Појава на врнежи (дожд, роса, снег, ледени зрнца, град и слично) од облакот кои стигнуваат до земјината површина. Оваа дополнителна појава најчесто може да се примети кај алтостратус, нимбостратус, стратокумулус, стратус, кумулус и кумулонибус.

Аркус.

Густ облачен валјак во хоризонтална положба со помалку или повеќе изразени рабови, сместен на долниот преден дел на некои облаци. Кога е со поголеми димензии изгледот му е како темен лак. Оваа дополнителна карактеристика е врзана за кумулонибус, а поретко за кумулусите.



Слика 141. Туба

Облачен столб или облачна сурла која излегува од базата – основата на облакот. Тоа е облачна манифестација на снежниот виор (тромб или пијавица). Оваа дополнителна карактеристика може да се посматра кај кулумонимбус, а поретко кај кумулусите

### **Придружни облаци**

#### **Пилеус**

Придружен облак со помала хоризонтална големина во облик на капа или качулка; овој облак се појавува над или се спојува со горната површина на кумулусниот облак кој често нурнува во него. Доста често може да се видад неколку пилеуси еден над друг. Пилеусот се појавува главно кај кумулус и кумулус нимбусите.



Слика 142. Велум

Придружен облак во вид на вел, со големи хоризонтални размери, само малку над или споен со врвовите на еден или повеќе кумулусни облаци, кои често го пробиваат. Велумот обично ги следи кумулусите и кумулонимбусите.



Слика 143. Pannus

Искинати парчиња од облакот кои се појавуваат под некој друг облак, понекогаш прават непрекинат слој, а понекогаш и се спојуваат со него. Овој придружен облак се појавува во повеќе случаи кај алтостратусите, нимбостратусите, кумулусите и кумулонимбусите.

### Матични-облаци

Облаците се формираат на ведро небо. Исто така, можат да се формираат или израснат од други облаци, кои се нарекуваат матични облаци и тука постојат две можности.

1.Еден дел од облакот може да развива и формира помало или поголемо испапчување.

Без разлика дали се споени со матичниот облак или не, овие испупчувања можат да поминат во друг вид облак различен од родот на матичниот облак. Овие облаци го добиваат името од родот кој одговара и за кој следи името на родот од матичниот облак и му се додава наставката генитус.

На пример:

Цирус алтокумулогенитус, стратокумулус кумулогенитус.

2.Целиот облак, или неговиот поголем дел, може да претрпи потполна внатрешна трансформација поминувајќи од еден во друг род.

Новонастанатиот облак добива име од родот кој му одговара, потоа се додава името на матичниот облак и му се придодава додавката мутатус.

**На пример:** Цирус циростратомутатос. Внатрешните промени на облакот треба да ги разликуваме од промените на небото кои се последица на релативното движење на облакот и посматрачот.

На крајот треба да кажеме дека постојат посебни правила за одредување на типовите облаци и нивното шифрирање облаци по клучеви. За тоа постојат и посебни илустрирани водичи. Слабите тромби понекогаш можат да се видат под кумулусите. *Фотометеори, Халопојав.* Група на оптички појави кои се манифестираат во вид на светлински прстени, лакови, столбови или жаришта и настануваат како рефракција или рефлексија на светлоста на ледените кристали кои лебдат во атмосферата.

Мал хало светол прстен бел или поголем дел со бела боја, полупречник од 22 степени во чиј центар се наоѓа светлечко небесно тело.

### 65. ОДРЕДУВАЊЕ ПРАВЕЦ И БРЗИНАТА НА ОБЛАЦИТЕ

Правецот на движење на облакот е правец од каде облаците доаѓаат. Кај ниските облаци правецот на движење може да се одреди и визуелно. Меѓутоа, кога се во

прашање високите облаци, тогаш нивниот правец не е можно да се одреди без употреба на **Бесенови гребла** или **огледала за облаци** (нефоскопи).

Со помошта на овие два инструмента се одредува и релативната брзина на облаците.

На пример, брзината на движење на облаците со помош на Бесенови гребла се одредуваат врз основа на бројот на запците  $n$  на греблата, чија висина  $H$ , поминува за време  $t$ , т. е.

$$V = \frac{nH}{10t}$$

Имајќи предвид дека висината на облакот на посматрувачот на метеоролошката станица, така што за висина  $H$  се зема 1.000 м. Со тоа не се пресметува вистинската брзина, туку брзината на движење на проекцијата на ниво на 1.000 м.

Во тој случај, воедначувањето настанува.

$$V_{1000} = \frac{1000n}{t}$$

## 66. ОЦЕНА НА ГУСТИНАТА И МЕРЕЊЕ НА ВИСИНАТА НА ОБЛАЦИТЕ

Густината на облакот се опишува со степенот на прозрачност на облакот. Тоа зависи како од дебелината, исто така, и од составот на облакот. Оцената на густината на облакот се врши визуелно, при што се проценува дали облакот е: тенок, умерено дебел или многу дебел, што се бележи со броевите 0, 1 и 2.

Под висина на облакот се подразбира растојанието од земјината површина до долната основа на облакот, изразено во м.

Одредувањето на висината на облакот се врши со користење на:

1)-пилот балон

2)-проектор

3)-телеметар



## 67. ПИЛОТ БАЛОНИ

Долната граница на облакот може да се одреди со помош на пилот балон. Тоа се балони кои се исполнети со водород и имаат тежина од 5 – 30 gr.

Постапката на мерење се состои: од балонот слободно се пушта во атмосферата, а потоа се следи со помош на теодолит, или се гледа и се мери времето  $t$ , кое му е потребно да се издигне и скрие во облакот: потоа висината на облакот  $H$  (m) се определува преку формулата:

$$H = wt$$

Каде  $w$  е брзина ( $m\ s^{-1}$ ) на качувањето на балонот која се определува со таблица. При ноќните мерења на пилот балонот се става светилка.

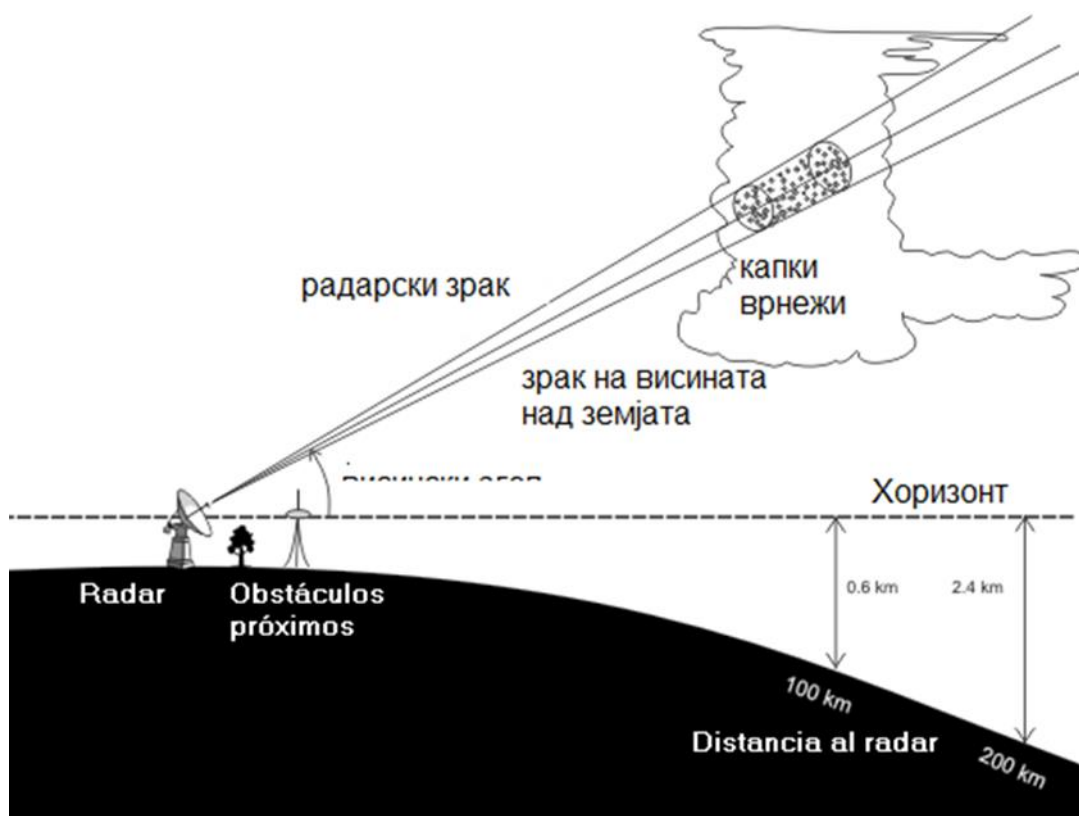
## 68. ПРОЕКТОРИ

Мерењето на висината на облакот со помош на проектор обично се врши ноќе.

Ако во точката  $P$  се наоѓа рефлексот, со претпоставка неговите зраци со хоризонтот да склупуваат прав агол, со точката  $T$  на теодолитот може да се одреди аголот  $\alpha$  идното растојание помеѓу рефлексот и теодолитот постојано е 300 м.

Висината на облакот тогаш се пресметува со формулата:

$$H = 300 \tan \alpha$$



Слика 144. Мерење на висината на облаците

## 69.ТЕЛЕМЕТРИ

Овие инструменти служат за мерење на облаците, односно за метеоролошко обезбедување на воздушниотобраќај; висината на облаците се мери со помош на електронски уреди.

## ШТО Е ОБЛАЧНОСТ

Група облаци кои се заедно на небесниот свод во дадено време и место. Не постои инструмент за мерење на облачноста, облачноста се проценува од око, само со обично набљудување на небото.

Доколку нема густе облаци времето е ведро

Ако небото е покриено до 5/8, тогаш времето е умерено облачно

Доколку небото е целсно покриено со облаци, времето е значи многу облачно

Најголема облачност има околу екваторот, во суптропските предели во зима.

Исто така, голема облачност има во умерениот појас.

Најмала облачност има на поларните области и во летните периоди во умерените појаси.

Просечната облачност на планетата Земја е 55 %; облачноста е поголема над океаните отколку над копното.

Деноноќно се вршат набљудувања на облаците за да можат да се направат предвидувања за нивното дејство на Земјата. Облаците кои се градоносни мора да бидат предвидени и да се изврши интервенција за да се спречи нивното негативно влијание.

Најчесто во авијацијата пред летот на авионите треба да се следи состојбата на облаците во атмосферата за да се види дали е безбедно да се реализира авионскиот лет.

## 70. ВРНЕЖИ

Ослободување на вода, во течна или цврста форма, од облаците.

Врнежите претставуваат испуштена вода од облаците во форма на дожд, лапавица, снег или град. Ова е примарниот начин на кој атмосферската вода се враќа на Земјата. Најголем дел од врнежите паѓаат во вид на дожд.

## 71. КОНДЕНЗАЦИЈА

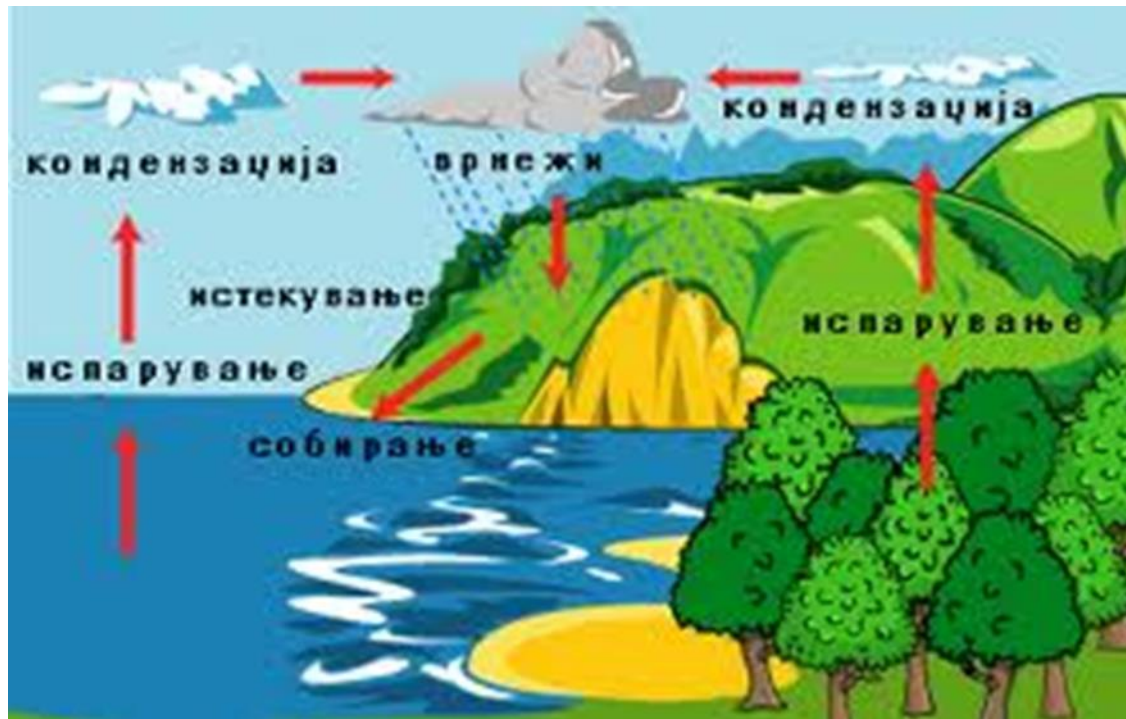
Водената пареа доаѓа од водата, снегот, ледот, од земјината површина или од растенијата. Зафаќа простор од 0,20 % до 0,40 % од атмосферата. Во неа се затвора еден круг кој е познат под името кружење на водата, или на водената пареа во атмосферата. Од површината на копната и водените басени водата испарува, која потоа стигнува во атмосферата каде што се кондензира.

*Процес преку којшто водата се менува од пареа во течност.*

Кондензацијата е процес со којшто водената пареа во воздухот се менува во течна вода. Кондензацијата е важна за кружниот тек на водата, бидејќи формира облаци.

Овие облаци можат да произведат врнежи, што претставува основен начин на враќање на водата на Земјата. Кондензацијата претставува обратен процес од испарувањето.

Кондензација претставува фазно преминување од гасовита во течна состојба, а директното преминување од гасовита во тврда состојба е дефинирано како сублимација. Двата процеса се одвиваат во атмосферата и на земјината површина, поточно на предметите и на фауната кои се наоѓаат на неа. Како производи на кондензацијата се јавуваат облаците. Водената пареа која се наоѓа во атмосферата се згустува и преминува во вода или лед кога притисокот на водената пареа станува поголем од максималниот притисок, совладувајќи ја температурата на воздухот.



Слика 145. Кружење на водата

Во овој случај воздухот станува презаситен (во однос на ледот или водата). Заситеност е максималната количина на водена пареа која воздухот може да ја прими при одредена температура. Заситеноста на воздухот може да се докаже врз основа на податоците на релативната влажност; на пример, ако релативната влажност е 120 % тоа значи дека во воздухот има повеќе водена пареа отколку што е максималниот притисок на водената пареа.

Кога воздухот ќе стане заситен и презаситен со водена пареа, во него треба да настапи кондензација или сублимација. Но ако во воздухот има доволен број кондензациски јадра, па кондензацијата ќе настапи кога воздухот ќе биде доволно заситен со водена пареа, т. е. нема да биде потребно големо презаситување. Ако секое јадро е доволно големо, тогаш околу него ќе се нафатат молекули на водена пареа и ќе формираат капки вода за кои околниот воздух е заситен со водена пареа.

Ако овие јадра имаат посебни карактеристики, на пример, електрично оптоварување, хидроскопност и други, тогаш молекулите на водената пареа веднаш ќе се врзат за нив

и така се создаваат водените капки. Со истражувања е докажано дека обичната прашина нема никакво влијание врз кондензацијата на водената пареа.

Облаците што лебдат горе содржат водена пареа и облачни капки, коишто се премногу мали за да паѓаат како врнежи, но доволно големи да формираат видливи облаци.

***Водата континуирано испарува и кондензира на небото.***

*Ако погледнете облак одблизу, ќе видите делови што исчезнуваат (испаруваат), а други делови што растат (кондензација).*

Најголем дел од кондензираната вода во облаците не паѓа во вид на врнежи поради нагорните ветрови кои ги поткрепуваат облаците. За да дојде до врнежи, најнапред треба да кондензираат ситните водени капки.

Водените капки се судираат, со што може да се добие доволно голема и доволно тешка капка што ќе испадне од облакот во вид на врнеж. Потребни се милиони облачни капки за да се формира една дождовна капка.

## 72. ВРНЕЖИ

Во [метеорологијата](#), **врнежи** се сите облици на сублимирана и кондензираната [водена пареа](#), кои на земјината површина се појавуваат во течна или цврста [агрегатна состојба](#). Настануваат кога во атмосферата огромен гасовит [раствор](#) се заситува со водна пареа и тогаш водата кондензира и паѓа на земјата во вид на врнежи.

Според тоа, постојат два вида врнежи:

1-Врнежи формирани на површината на почвата:

***роса, слана, голомразица.***

2-Врнежи кои доаѓаат од атмосферата:

***дожд, снег, град.***

### **Врнежи формирани на површината на почвата**

**1.Роса.** Земјината површина и предметите на неа, како извор на зрачење, се разладува до тој степен што нивната температура ќе биде пониска од точката на роса на околниот воздух.

Кога тој воздух доаѓа до допир со предметите кои се лоши спроводници, доаѓа до кондензација на водената пареа во вид на капки кои се задржуваат на површината; ваквата појава се нарекува роса.

Слана се формира при исти услови како и росата, со таа разлика што температурата при формирањето е негативна, односно пониска од 0 °C.

**2.Сланата** е хидрометеор со нежна кристална структура.

Таа се формира при услови како и за росата, но при температура на тлото и предметите под точката на мрзнене.

Кога овие услови се исполнети, водената пареа сублимира во дадени кристали во облик на школки, иглички, пердуви и ладала, формирајќи бели наслаги.

**3.Сињакот** се формира при хоризонтално движење на влажниот воздух, во него се наоѓаат изладени капки од магла или облаци. Тогаш на различни предмети како што се дрвја, бандери, се таложат слоеви кристали мраз слични на сланата или слични за замрзнат снег.

**4.Поледицата** е хомоген и проведен слој мраз кој се формира на хоризонталните и ветровити вертикални површини. Се формира во периодот на студено време кога температурите на воздухот е -3 до -5.

Се формира на следните начини:

- *Кога изладените дождовни капки паѓаат на земјината површина или на предметите над неа, тогаш во допир со нив смрзнуваат.*
- *Ако на сè уште замрзнатата почва паѓа дожд кој во допир со неа замрзнува.*
- *Кога над замрзнатата почва дува топол и влажен ветер*

### **Врнежи кои доаѓаат од атмосферата**

Дожд. Со кондензација на вишокот водена пареа во облаците доаѓа до формирање на ситни водени капки кои подоцна се зголемуваат до големина од 0,12 mm. Големите капки не можат да се одржат во атмосферата и паѓаат на површината на земјата.

Дожд е течен врнеж, за разлика од нетечните видови врнежи како што се снег, град и лапавица. За дожд е неопходно дебел слој на атмосферата да има температура над точката на топење на водата блиску и над површината на земјата.

На земјата, дождот паѓа на површината кога кондензацијата на атмосферската водена пареа создава водени капки доволно тешки за да паднат. Два процеса кои е можно да дејствуваат заедно, можат да го презаситат воздухот што ќе доведе до паѓање дожд: ладење на воздухот или додавање на водена пареа на воздухот.



Вирга е врнеж што почнува да паѓа кон земјата, но испарува пред да ја достигне површината на земјата; тоа е еден од начините воздухот да стане презаситен. Врнежите се формираат со судир со други дождовни капки или ледени кристали во облакот.

Дождовните капки варираат во големина од сфероидна, кружна форма за поголемите капки, до мали топчиња за помали капки.

### **Воздух заситен со влага**

Воздухот содржи водена пареа и количина на вода во дадена маса на сув воздух, позната како *мешан однос*, се мери во грамови вода на килограм сув воздух (g/kg). Количината на влажност во воздухот често се нарекува релативна влажност, што е процентот на вкупната водена пареа во воздухот што може да опстојува на одредена температура на воздухот.

Колку водена пареа може да содржи еден дел од воздухот пред да стане заситен (100% релативна влажност) и да формира облак (група видливи и мали водени и ледени честички што лебдат над површината на земјата) зависи од неговата температура

Има четири главни постапки за ладење на воздухот до неговата точка на росење: адијабатско ладење, кондуктивно ладење, радијациско ладење и испарувачко ладење.

- **Адијабатското ладење** се појавува кога воздухот се крева и се шири. Воздухот се крева поради конвекција, атмосферско движење со големи размери или физичка бариера како планини (орографско кревање на воздухот).
- **Кондуктивното ладење** се појавува кога воздухот доаѓа во контакт со поладна површина, ако е однесен од ветот од водена површина на ладна земја.
- **Радијациското ладење** се појавува поради емисијата на инфрацрвена радијација од воздухот или од под површината.
- **Испарувачкото ладење** се јавува кога се додава влажност во воздухот со испарување коешто ја тера температурата на воздухот да се лади до нејзината најниска температура, или додека да се добие заситување

Водената пареа обично почнува да кондензира во кондензирачко јадро како прашина, мраз и сол за да формира облаци. Високите делови од атмосферските фронтови (коишто се тридимензионални по природа) ги тераат широките места на нагорно движење во атмосферата на земјата да го формираат горниот дел од облаците, како што се **алтростратуси или циростратуси**.

**Стратус** е стабилен облак што се формира кога ладна стабилна воздушна маса ќе биде заробена под топла воздушна маса. Исто така, може да се формира заради кревањето на адвекциона магла во ветровити услови.

### **Спојување**

Спојување се појавува кога водените капки се спојуваат за да создадат поголеми водени капки или кога водените капки замрзнуваат во ледени кристали што е познато како **Бергеронов процес**.

Воздушниот отпор најчесто предизвикува водените капки во облакот да останат неподвижни. Кога ќе се појави воздушна турбуленција, водените капки се судруваат, создавајќи поголеми капки. Како што се спуштаат овие големи водени капки, спојувањето продолжува и, исто така, капките стануваат доволно тешки за да го совладаат воздушниот отпор и паѓаат како дожд.

Спојувањето, главно и најчесто, се случува во облаци над точка на замрзнување, и е познато како топол дождовен процес.

Интензитетот и траењето на врнежите е обично **обратно пропорционално**, т. е. невремиња со голем интензитет најчесто траат кратко и невремиња со помал интензитет траат долго. Дождовните капки коишто се придружени со град што се топи обично се поголеми од другите дождовни капки.

### **Активност на фронтите**

Стратусите се (широк обрач на врнежи со релативно сличен интензитет) динамични врнежи (конвективни врнежи што се дождливи, со големи промени во интензитетот за кратко време) што се појавуваат како последица на бавното искачување на воздухот во синоптичките системи, како и во близина на ладните фронтови и блиску и долж површината на топлите фронтови.

Тоа што го дели дождот од другите врнежи, како што се топчињата мраз и снегот, е присуството на дебел слој на воздух горе, што е над точката на топење на водата, што ги топи смрзнатите врнежи пред да ја досегнат земјата.

### **Орографски врнежи**

Орографски врнежи се појавуваат наспроти ветровитите страни на планините и се предизвикани од зголеменото движење на влажен воздух низ планинскиот срт, што резултира со адијабатско ладење и кондензација.

Во планинските делови од светот изложени на постојани ветрови (на пример пасати) најчесто преовладува повлажна клима наспроти страната на планината, отколку во заветрената страна или страната на насоката на ветрот.

Влагата е отстранета со орографското кревање на воздухот, оставајќи посув воздух на надолната и затоплена заветрена страна каде што се наоѓа дождовна сенка.

### **Кисели дождови**

Кон крајот на 19. век за прв пат било забележана појава на дождови чија рН вредност (водороден показател) била пониска од рН на природните дождови, односно 5,6. Сите дождови чијашто рН вредност е пониска од 5 се сметаат за кисели дождови.

Во Македонија биле забележани дождови со pH од околу 4. Најкисели дождови досега се забележани во Шкотска во 1924 со pH 2,4.

Главна компонента на киселите дождови е јаглеродната киселина која е слаба киселина и не ја намалува многу pH вредноста на дождовите. Освен јаглеродна киселина забележано е и присуство на сулфурна киселина - до 70% и азотна киселина до 60% кои ја намалуваат pH до 4,5.

Во атмосферата има големо количество на  $\text{SO}_2$  и  $\text{NO}_2$  кои преминуваат во соодветните киселини  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и  $\text{HNO}_3$ . Освен овие киселини, киселите дождови содржат и  $\text{HCl}$  (хлороводородна киселина) до 6% и други органски киселини.

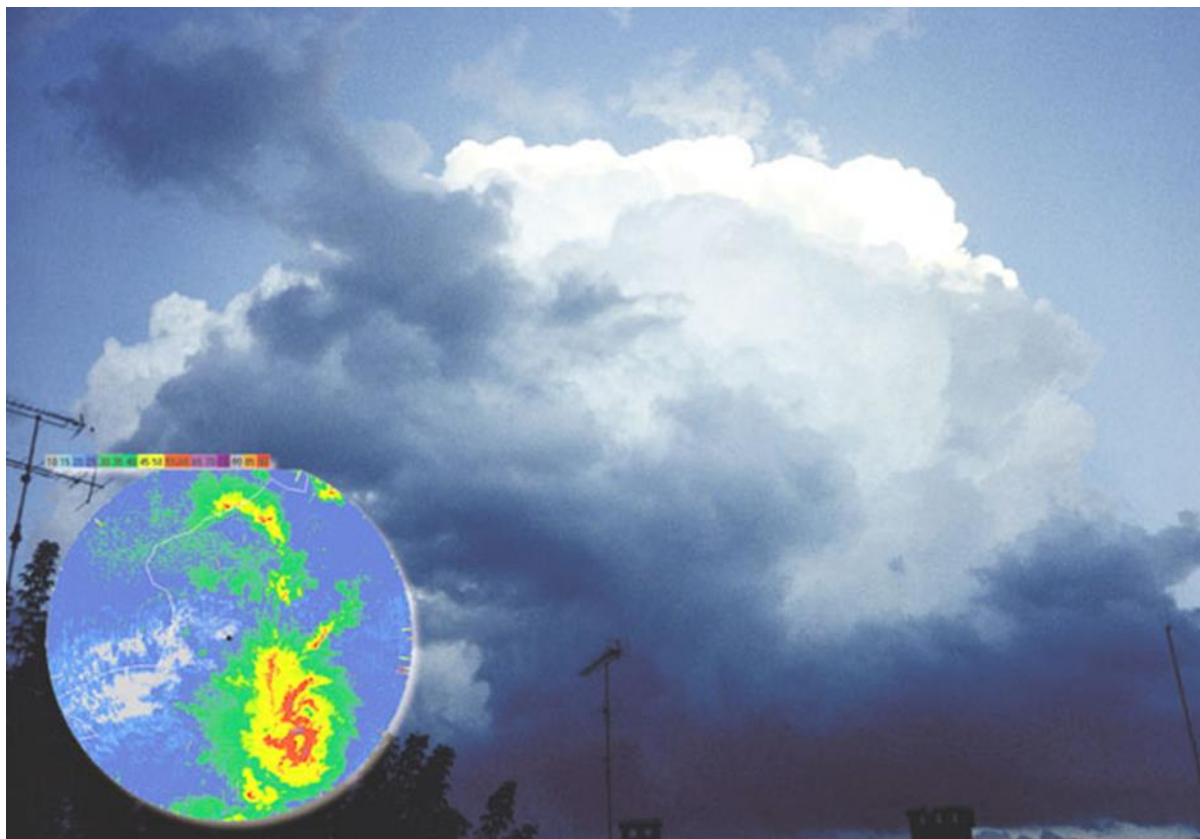
**Снег** е атмосферски врнеж во цврста состојба, најчесто се јавува во вид на разгранети шестоаголни кристали, или често измешани со едноставни смрзнати кристали.

**Град** претставува, исто така, атмосферски врнеж во цврста состојба, во вид на топчиња чија големина се менува и изнесува од 5 до 50 mm во пречник, а понекогаш и поголеми.

### 73. ПРОТИВГРАДОБИЈНА СТАНИЦА

Учествува во конечната реализација на одбраната од град со лансирање на противградобиијни ракети.

Лансирањето се врши по потреба.



Слика 147. Градобијни облаци



Слика 148. Радарско следење на облаците



Слика 149. Градобијни ракети

#### Разлика на врнежите

Врнежите се разликуваат според времетраењето и интезитетот, затоа можат да се поделат на краткотрајни и долготрајни (според времетраењето) како и на слаби, умерени и силни (според интезитетот).

Исто така, врнежите можат да се поделат според должината на паѓање на слаби, воедначени и поројни.

- *Слаби врнежи ги нарекуваме оние врнежи кои паѓаат во облик на ситни капки дожд со непроменет интезитет.*
- *Воедначени врнежи зафаќаат големи површини. Овој тип врнежи се менува од почетокот кога постепено се засилуваат и на крајот постепено ослабуваат.*
- *Поројните дождови се силни и краткотрајни; тие зафаќаат мали површини*

Според должината на врнење се делат на:

- *Слаби врнежи*
- *Воедначени врнежи*
- *Поројни врнежи*

Според агрегатната состојба, врнежите можат да се поделат на:

- *Цврсти врнежи-снег,*
- *Снежна крупа,*
- *зрнест снег,*

- ледени иглички и град,
- Течни врнежи-дожд, роса и сл.

### Атмосферско невреме

Под поимот невреме се подразбираат сите појави во атмосферата во кои кондензацијата на водента пареа, создавањето на nimbostratusite и cumulonimbusite и паѓањето на врнежите од вив се случуваат со видливи и чујни електрични празнења во атмосферата.

Атмосферското невреме може да се подели на:

Термичко, односно топлинско невреме

Фронтално, односно вртложно невреме

Термичко, односно топлинско невреме се создава поради прегреаноста на приземните воздушни маси над површината на копното во топлите летни денови.

Причината за нивното создавање е нарушувањето во вертикалната рамнотежа на температурата на воздухот, лабилноста во повисоките воздушни слоеви и доволна содржина на водена пареа.

Сончевото време создава услови за силно загревање на приземниот воздух, со што е овозможено интензивно влезно движење на воздушните маси.

Фронтално, односно вртложно невреме

Во него спаѓаат оние непогоди кои се случуваат на студениот фронт при движењето низ некоја длабока депресија.

За нивно создавање се потребни истите услови (голема лабилност на атмосферата, доволна содржина на водена пареа), но се разликуваат од термичките непогоди по тоа што се прилично независни од промените на температура.

Во споредба со термичките, фронталните непогоди се пораспространети и секогаш предизвикуваат промени на времето.

### 74. ЕЛЕКТРИЧНИ ПРАЗНЕЊА

Се случуваат во cumulonimbusite во кои поради постоењето на многу силни конвективни движења на воздухот доаѓа до натрупување на електрицитетот во разни делови од облакот.

Движењето на позитивниот и негативниот електрицитет низ воздухот предизвикува негово силно загревање и видливост на електрицитетот.

Видливата појава при електрично празнење се вика молња.

Енергијата на празнењето на молњата е голема, поради што има големо механичко или термичко дејство.

Најчест вид на молња е т. н. линиска, односно лентеста молња. Најчесто се појавува помеѓу облаците и земјата или во самиот облак.

Има просечна должина на видливиот дел од 2 до 3 km, а ако се појави помеѓу два буроносни облака може да достигне и поголема должина.

Поретки облици на електрично празнење се:

- сплесната
- испрекината
- топчеста молња



Слика 150. Електрочно празнење



Во период на невреме проследено со грмежи се јавуваат и тивки електрични празнења во електричното поле во кое потенцијалот не ја достигнал потребната вредност за појава на молња.

Овие електрични празнења се јавуваат во два облика, и тоа како:

**Оган на св. Елм-мирно**, помалку или повеќе постојано електрично празнење со различен интензитет, кое за време на непогодите се јавува на истакнати, најчесто метални предмети.

Атмосферици - електромагнетни нарушувања во атмосферата кои во поголема или помала мера го оневозможуваат приемот на радиоемисиите.

## 75. МРАЗ

Мразот претставува цврста агрегатна состојба на водата.

Водата во нормални услови преминува од течна во цврста агрегатна состојба на температура од 0 °C.

Поради специфичното просторно распоредување на молекулите вода, мразот има помала густина од водата (за приближно 8,5%) и поради тоа плови на нејзината површина.

Специфичната топлина на мразот е двојно помала од онаа на водата во течна состојба.

Поради тоа мразот брзо се формира на површината на водата разладена на температура од 0 °C, а за неговото топење е потребно двојно помало количество топлина.

Со зголемување на соленоста на водата се намалува нејзината точка на заледување.

Така, морската вода замрзнува на температура од -1,91 °C.

Најголема количина лед во биосферата има на поларните капи.

Но мразот не е својствен само за водата.

Всушност, тој вид лед се нарекува воден мраз. Имено, речиси секоја гасовита супстанција при одредена температура и притисок може да премине во состојба на мраз. Во вселената е познато постоење на воден мраз, но исто така, има и, на пример, метански мраз на Плутон или мраз од амонијак на нешто поблискиот Уран.

Вечниот мраз е вечно замрзната земја, со постојана температура под 0 степени Целзиусови во текот на две или повеќе години.

Се смета дека вечниот мраз покрива околу 20 проценти од површината на земјиното копно и дека достигнува длабочина од 1.500 метри во северен Сибир.

Се протега на 85 проценти од површината на Алјаска, во повеќе од половина од површината на Русија и на Канада и, најверојатно, низ целиот Антарктик.

Вечниот мраз има значаен ефект врз растителниот и животинскиот свет, и претставува посебен проблем за техничко - машинските проекти.

За секое подрачје од вечниот мраз мора да се има предвид специјалната чувствителност на теренот; ако не се одржува деликатниот природен баланс, може да дојде до голема катастрофа на живата средина и до еколошка штета.



Слика 151. Изглед на мраз

## 76. МЕРЕЊЕ НА ВРНЕЖИТЕ

Количеството врнежи кои паѓаат од облаците на земјата, независно дали се во цврста или течна состојба, се определува на тој начин што треба да се определи височината на слјот на вода кој би паднал на определена површина и во одреден временски период.

За таа цел се направени следните видови инструменти за мерење на количината на врнежите и тоа: дождомери, плувиографи и тотализатори. Во хидрометеоролошката станица на Р. М. најраспространет инструмент за мерење на врнежите е таканаречениот Хелманов дождомер. Тој е направен од поцинкуван лим. Тој е направен од три дела: кантичка, горен и долен дел.

### ***Според видот на врнежите се поделени инструментите***

Во практиката, во зависност од видот на врнежите, инструментите се поделени во групи, на:

1-Инструменти кои се отчитуваат во терминот на мерење и се добива вредноста на висината на врнежите,

2-Инструменти кои континуирано ги бележат количествата врнежи на плувиографска лента,

3-Инструменти кои ги собираат количествата врнежи и така собрани се мерат и се запишуваат во метеоролошкиот дневник.

4-Последниот тип на инструменти е најзастапен во мрежата на метеоролошките станици кај нас и во светот и е познат како дождемер.

## 77. ИНСТРУМЕНТИ ЗА МЕРЕЊЕ НА КОЛИЧЕСТВА ВРНЕЖИ

Мерањето на количества врнежи се врши со цел да се добијат точни податоци за количество вода кое е паднато од атмосферата на одредено подрачје на кое се врши набљудувањето.

- *Обограф или плувиограф*
- *Дождемер*
- *Снегомерен линијар*
- *Тотализатор*

### 77.1 Омбограф или плувиограф

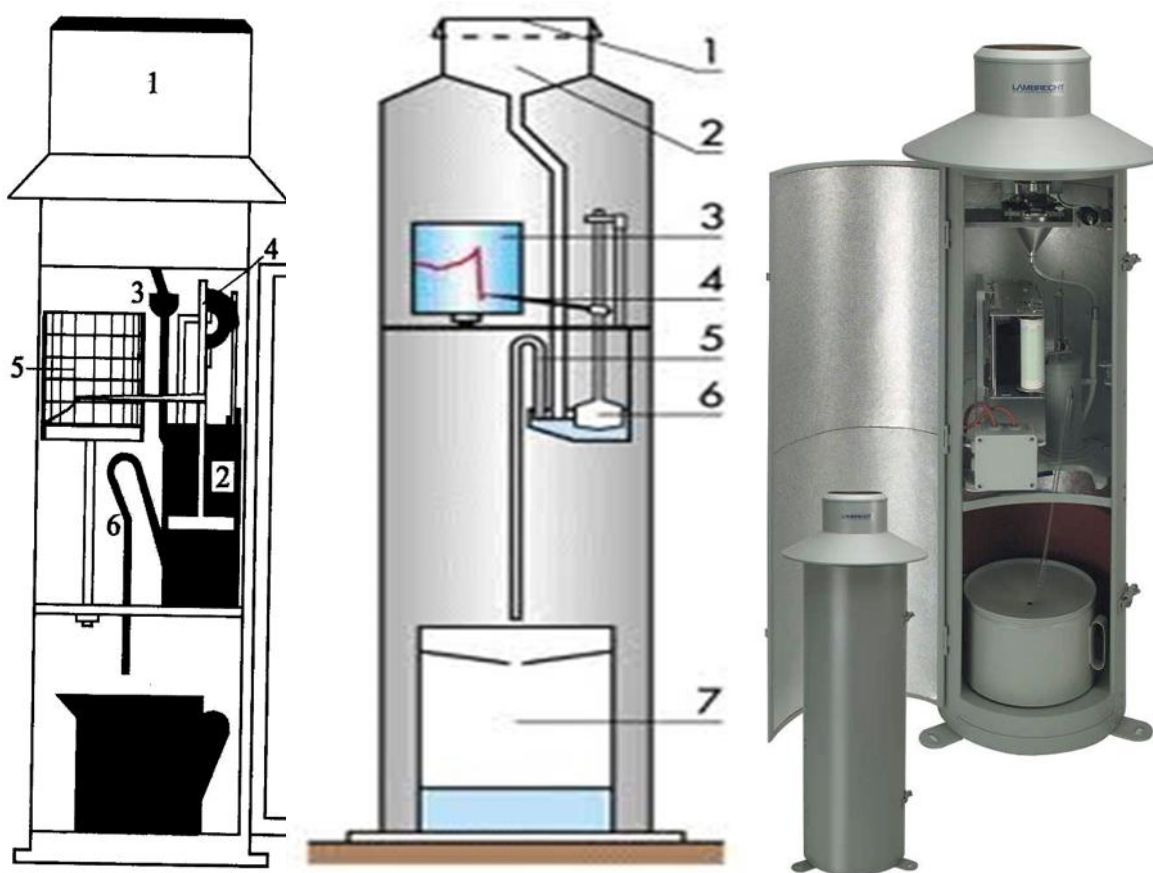
Омброграф или плувиограф - е автоматски инструмент кој непрекинато ги мери и забележува на плувиографска лента паднатите количествата врнежи. Лентата на која се бележат количеството врнежи се менува еднаш дневно, а се чита при секое мерење на дождемерот доколку има врнежи.

***Омбрографот се состои од следните делови:***

- 1.сад за врнежите во облик на инка
- 2.цилиндар за собирање на врнежите
- 3.механизам за перо за пишување
- 4.механизам за присилно празнење
- 5.цилиндар со саатен механизам
- 6.стаклена цевка за регулирање на принудното празнење на паднатиот дожд
- 7.сад за отпадна вода

Придвижувањето на цилиндарот на кој е поставен дијаграмот е механичко со саатен механизам кој се навива при секоја промена на дијаграмот и подготовка на инструментот за наредното мерење за следните 24 часа.

При празнењето на цилиндарот пловецот се спушта, а со него и лостот и перото на почетната положба.



Слика 152. Омброграф или плувиограф - е автоматски инструмент кој непрекинато ги мери и забележува на плувиографска лента паднатите количества врнежи.

Тој е составен од следните делови: 1-сад за прием на врнежите со изглед на инка; 2-цилиндар за собирање на врнежите со пловец; 3-преносен механизам со перо за пишување; 4-механизам за присилно празнење; 5-цилиндар со саатен механизам на кој се поставува омбрографскиот дијаграм; 6-стаклена цевка за регулирање на принудното празнење за паднатиот дожд; 7-сад за отпадна вода (дождовница); 8-заштитна куќичка на омбрографот со врата.

Врнежите влегуваат во плувиографот низ отворот за собирање на врнежите (1) со димензии 159,6 mm, а со површина од 200 cm<sup>2</sup> како и хелмановиот дождомер, водата од врнежите се слива во цилиндричниот сад (2) и го подигнува пловецот во него.

На пловецот е прицврстена преносна шипка (3), која го пренесува поместувањето на пловецот на перото. Перото на лентата ги бележи количините на врнежи. Валјакот

со саатниот механизам е вертикално прицврстен на осовината и се врти за цел круг за 24 часа.

На дното на цилиндричниот сад се наоѓа отвор на кој продолжува коленеста стаклена цевка (сифон).

Во моментот кога садот ќе се наполни со течност, а пловецот дојде до врвот, водата во сифонот го поминува коленестиот дел и водата почнува да истекува. Водата истекува низ сифонот сè до потполно празнење на садот.

Уредот за принудно празнење дополнително е додаден па Хелмановиот омброграф за да се обезбеди правилно празнење на истиот. Празнењето се врши тогаш кога количеството на врнежите изнесува 10 mm.

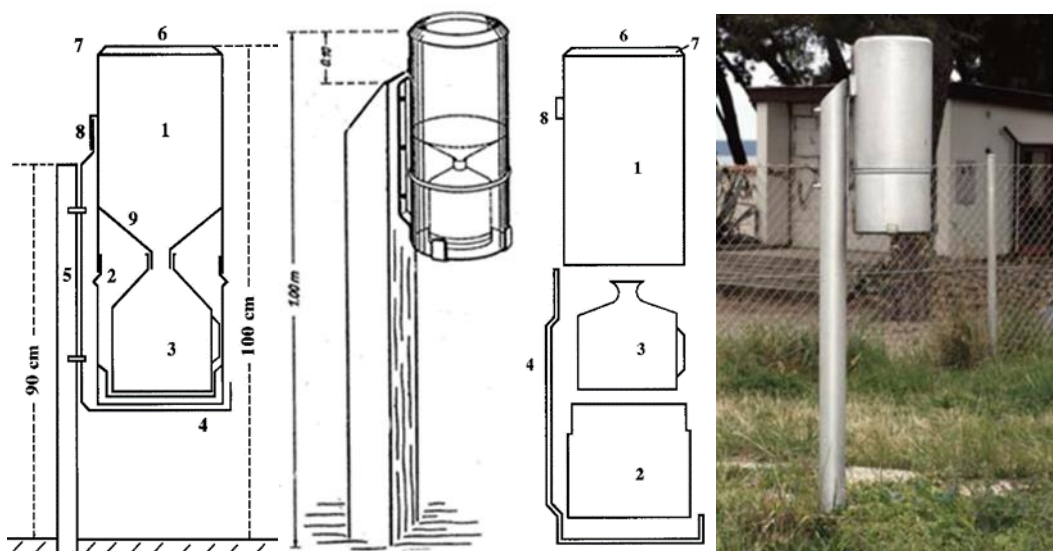
## 77.2. ДОЖДОМЕР

Дождомер е инструмент кој ги собира количествата на врнежи; така собрани се мерат и се запишуваат во метеоролошкиот дневник. Кај нас се користи Хелмановиот дождомер кој е изработен од поцинкуван или алуминиумски лим, со цилиндрична форма и со височина од 0,5 m.

### Хелманов дождомер

Тој е направен од поцинкуван лим. Горниот отвор на дождомерот е со површина од 200 cm на кој му одговара пречник од 159,6 mm. Дождомерот е направен од три дела:

**Кантичка, горен дел и долен дел.**



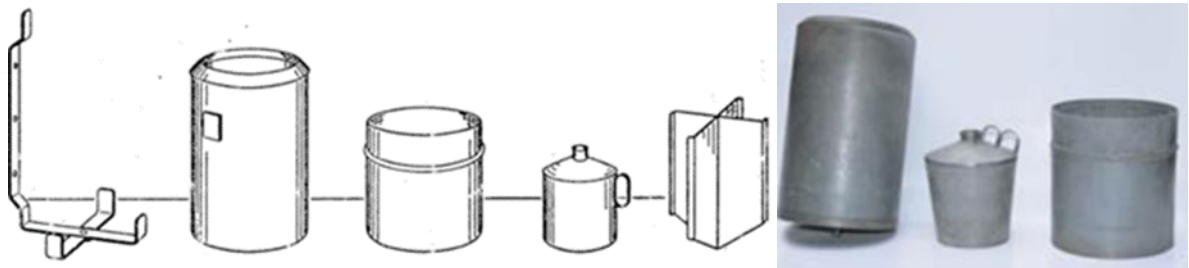
Слика 153. Хелманов дождомер

На горниот дел се наѓа месингов прстен со остар раб, со цел јасно дефинираната површина да одговара на зацртаното количество вода кое паѓа на површината од 200

cm<sup>2</sup>. Мерењето на врнежите во течна состојба се врши со мензура на којашто поделките се така обележани што секоја поделка одговара на еден милиметар во дождомерот.

Исто така, мерењето се одвива и на врнежите во цврста состојба, со таа разлика што овие врнежи најнапред треба да се стопат. Дождомерот стои на специјален држач на метален столб на височина од 1 m, додека столбот е на височина 90 cm.

Главен термин за мерење на количините на врнежите е секој ден во 7 часот.

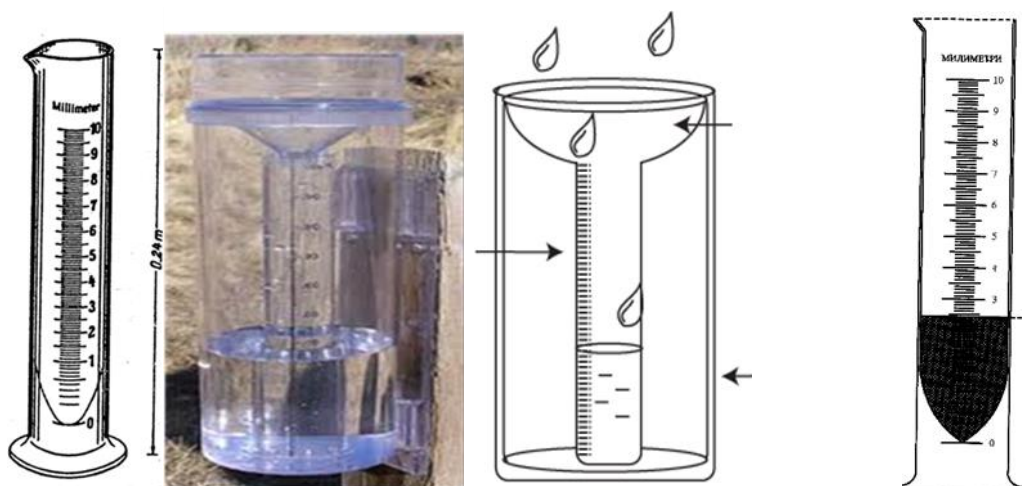


Слика 154. Составни делови на Хелмановиот дождомер

Еден дождомер се состои од: 1-горен сад за прибирање на врнежите; 2-долен сад (кантичка) за собирање на врнежите; 3-метален држач на дождомерот; 4-метален или дрвен држач за поставување на дождомерот; 5-мензура( стаклен сад) за мерење на врнежите.

Дождомер - е инструмент за мерење и на сите други атмосферски врнежи кои притстигнуваат до површината на земјата како количество вода. Кај нас се користи Хелмановиот дождомер кој е изработен од поцинкуван или алуминиумски лим со цилиндрична форма и со височина од околу 0.5 m.

Секоја метеоролошка станица е потребно да биде опремена со 2 дождомера за да не дојде до прекин на мерењата доколку во терминот на мерење сè уште врне дожд. Едниот дождомер се носи во канцеларијата на станицата за да се измери количината, а другиот се става во метеоролошкиот круг да продолжи да ги собира останатите врнежи.



Слика 155. Мензура

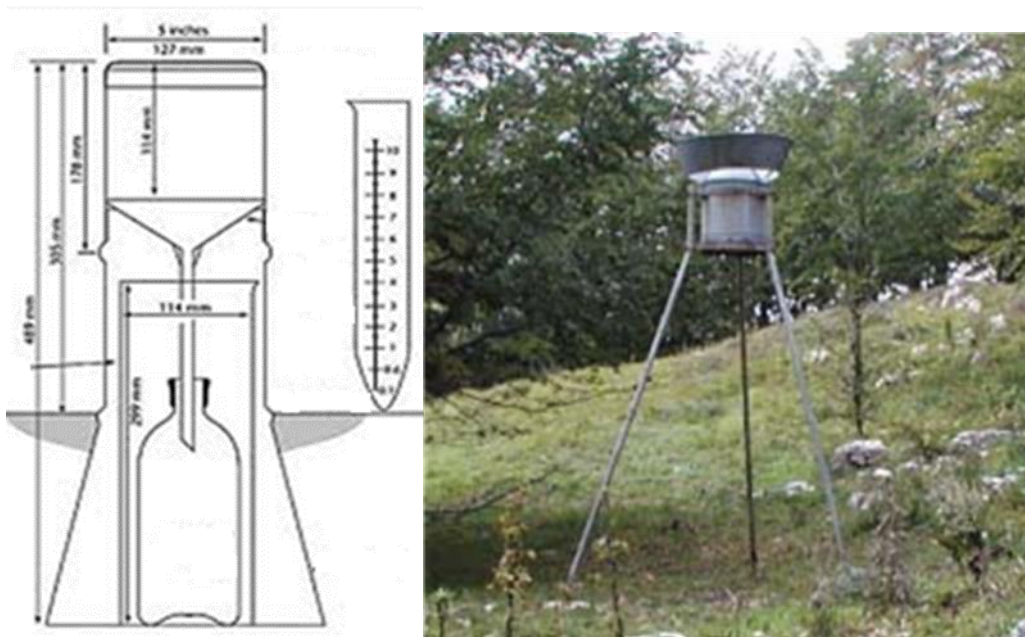
Мензурата е стаклен или пластичен сад во вид на чаша со височина до 25 см и пречник до 4,5 cm од надворешната страна со изгравирани или обележана специјална скала во милиметри и десетти делови од милиметарот кои одговараат во однос со 1 mm на 1l/m<sup>2</sup>.

Оваа мензура е специјално изгравирани според отворот на приемниот дел од горниот сад од дождемерот и единствено таа одговара за мерење на количеството на врнежи, никако не треба да се користи лабараториска мензура. Читањето на мензурата треба да се врши со нејзино подигање на височна од очите, се држи само со два прста, така што таа виси слободно. Ова се прави со цел да се избегне закосување и погрешно отчитување. Потребно е да се провери дали во мензурата има останато вода од претходното мерење и доколку има таа се истура.

## ТОТАЛИЗАТОР

Тотализатор е дождемер со голем сад кој служи за собирање врнежи, најчесто за една година, или по потреба за половина година. Се поставува на планински или непристапни места, кои се значајни како локалитети за климатски потреби.





Слика 156. Тотализатор

Тотализатор е дождемер со голем сад кој служи за собирање врнежи најчесто за една година или по потреба за половина година. Се поставува на планински или непристапни места, кои се значајни како локалитети за климатолошки потреби.

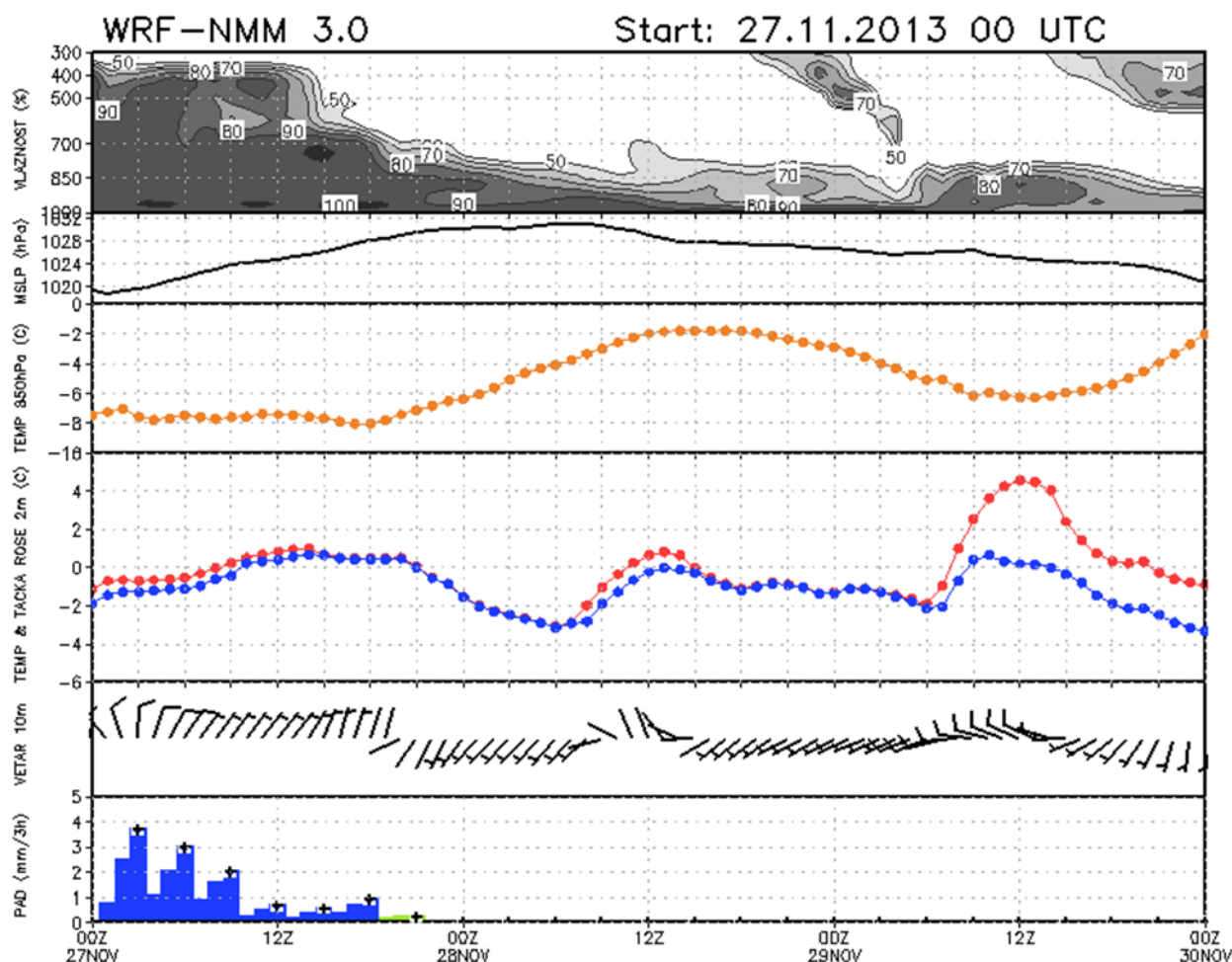
Отворот на приемната површина на тотализаторот е ист со оној на дождемерот, така што и мензурата со која се мерат количествата врнежи е иста со онаа со која се мери од дождемерот.

Садот на тотализаторот е подигнат на високи ногарки за да се заштити од животните или од локалното население. Но, пред да се подготви садот за мерење, во неговата внатрешност се става точно измерено количество моторно масло, како и средство против мрзнење за да не дојде до оштетување на садот во зимскиот период.

Празнењето на тотализаторот и мерењето на количеството врнежи кои паднале во текот на годината може да се изврши еднаш годишно во есен, при што од вкупната измерена течност се одбива количеството масло и средството против мрзнење кои претходно се ставени.

Останатото измерено количество претставува годишна сума на врнежи за тоа подрачје. По празнењето и извршеното мерење се повторува постапката за подготовка на тотализаторот за следното мерење, наредната есен.

Измерените количества од сите видови врнежи и височина на снежната покривка, се забележуваат во метеоролошкиот дневник кој е документ од трајна вредност за метеоролошката служба. Ваквите податоци се контролираат и споредуваат со оние од автоматските инструменти (омбографот) за да се избегне евентуална грешка.



3)-Графикон за количеството на врнежи

Измерените и забележани количества врнежи, независно од тоа дали се работи за врнежи од дожд, снег или, пак, врнежи формирани на површината на земјата, кои исто така, можат да бидат мерливи во многу мали количества, како податоци за понатамошна употреба и споредба, е потребно нивно графичко претставување, кое најчесто е хистограмско.

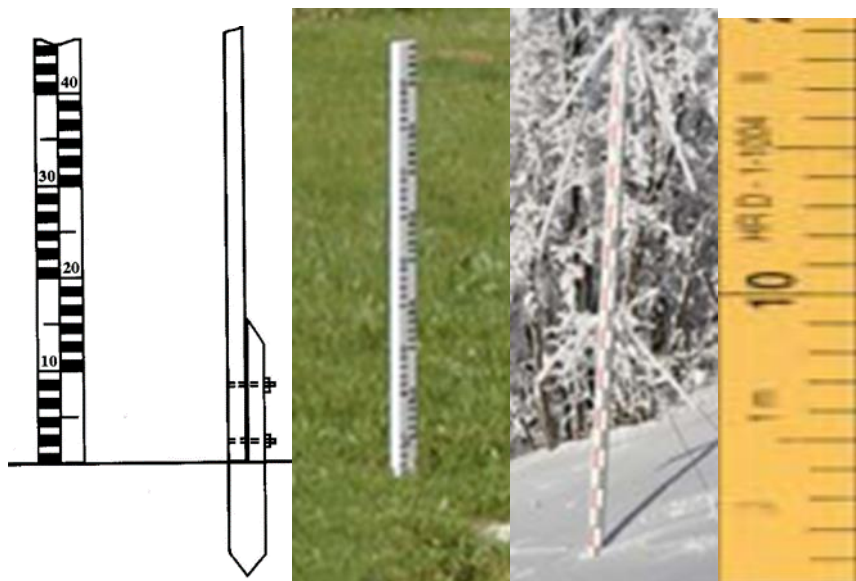
## Снегомер

За мерење на висината на снежниот покривач во употреба се два вида снегомери; постојан и подвижен.

Постојаниот снегомер служи за редовно мерење на висината на снежниот покривач на места на кои снегот е редовна појава.

Подвижниот снегомер се употребува за мерење висината на снежниот покривач на места каде паѓањето на снег е ретка појава.

Снегомерен линијар се користи за мерење на височината на снежната покривка. Најчесто е изработен од дрво или алуминиум и е обележан со црно-бели линии.

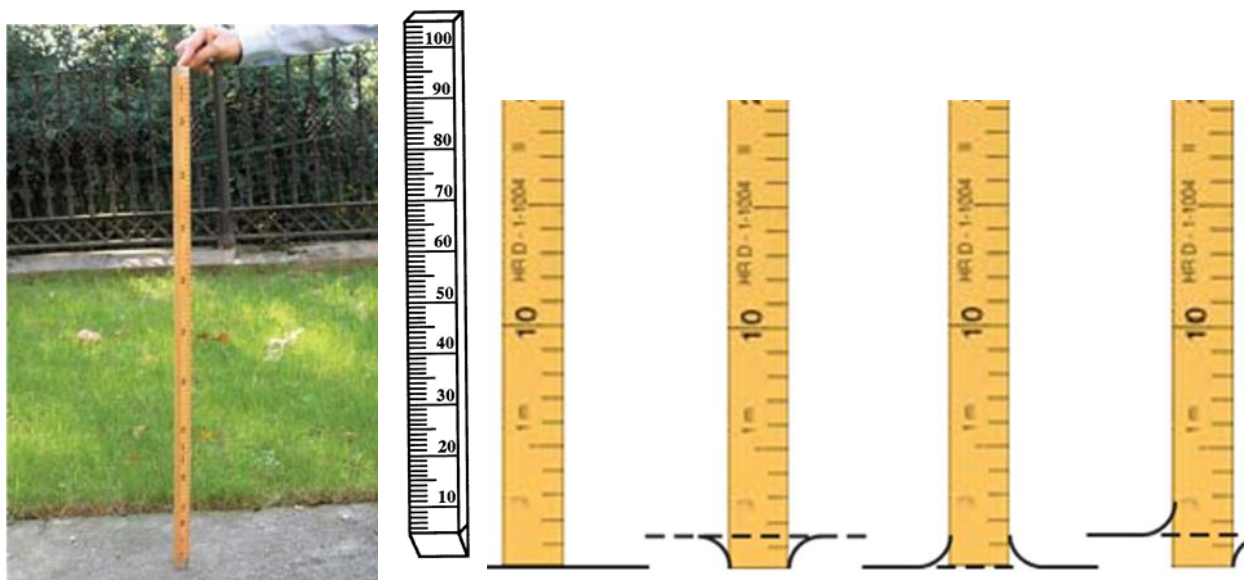


Слика 157. Мерење на висината и густината на снег

### Мерење со помош на подвижен снегомер

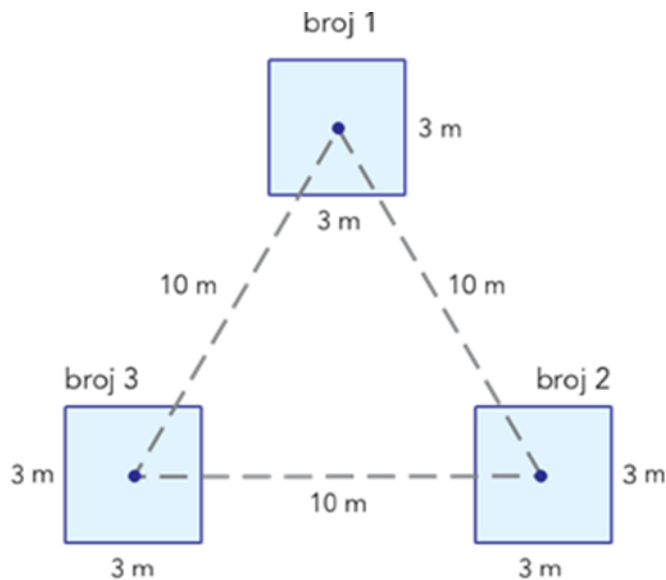
Опис на подвижниот снегомер: изработен е од рамна дрвена летва чија должина изнесува 1-3 m, во зависност од можноста на висината на снегот на местото на мерење.

Ширината на снегомерот е 4 cm, а дебелината 2 cm. По должината, снегомерот е поделен на сантиметри. Секој 5 и 10 cm. Обележен по целата ширина на летвата, а останатите cm се до средината на летвата.



Слика 158. Подвижен снегомер

Над секоја 10 поделка е напишан број. Ознаката на 0 се поклопува со неговиот почеток. Почетокот на снегомерот е заострен во облик на клин и е обвиткан со лим од 4 cm.



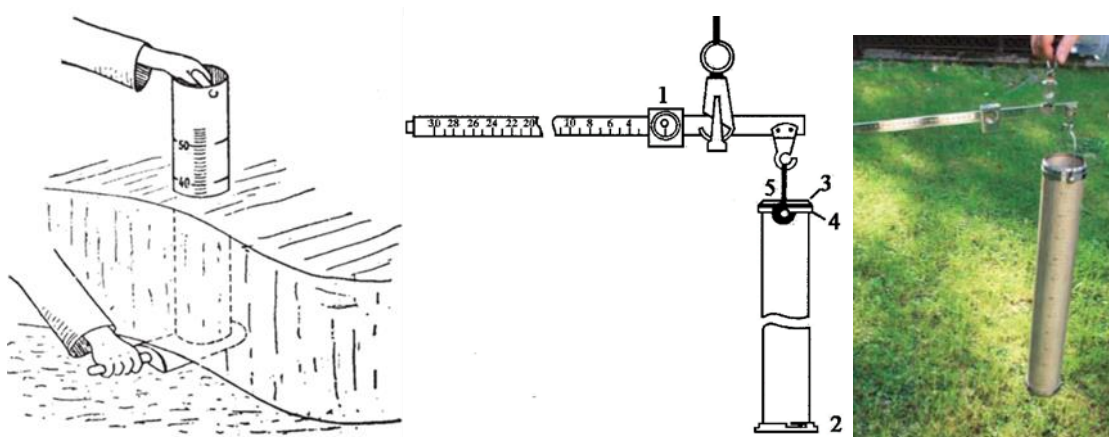
Слика 159. Распоред на подвижните мерачи на висината на врнежи од снег

На средината на одбрани места треба да се вкопаат столпчињата за постојано мерење. Доколку на мерната станица нема постојани мерачи на снег, мерењето се прави со подвижни мерачи на снег, во средината на кругот на три одбрани места. Одбраните места треба да бидат постојани. Во тој случај, треба да се изработи цртеж како и кога се поставуваат мерачите за снег надвор од станицата за мерење, каде местата се одбележуваат со 1, 2 и 3.

#### МЕРЕЊЕ ГУСТИНАТА НА СНЕГОТ

Снегомерната вага се состои од обична римска вага, цилиндар и лопатка. Вагата на лостот има подвижен тег (1) со поделки кои го покажуваат бројот на поделки на лостот.

Една единица на лостот (голема црта означена со број) одговара на маса од 50 gr. Секое растојание помеѓу две големи црти поделени се уште на 10 поделки, од кои секоја одговара на маса од 5 g.



Слика 160. Земање на мостра на снег и мерење на количината на снегот

Цилиндарот е долг 60 см. На долната страна има цврсто затворен капак (2) кој може да се подига. На горната страна на цилиндарот е прицврстен прстен (3) со остар слободен отвор кој овозможува површина од 50 cm<sup>2</sup>. На цилиндарот е навлечен поместувачки обрач (4) со кука за закачување (5). Надворешно на цилиндарот е изрежана сантиметерска поделба каде 0 се поклопува со остриот дел на прстенот.

Лопатката е нешто поширока од цилиндарот.

Таа служи за отстранување на снегот и повлекување под цилиндарот при зимањето на мострата на снег.

Се добива со помош на формулата;

$$\rho = \frac{n}{h} \left[ \text{g/cm}^3 \right]$$

Каде е  $n$  количина на вода во мострата на снег изразена во мм на висината измерена во мензурата, а  $h$  висината. Снежниот покривач во см се чита на вадилката.

## 78. ОБРАБОТКА НА ВРНЕЖИТЕ

Дневна висина на врнежи претставува вкупна висина на врнежи паднати во текот на денот, независно од тоа дали врнежите паѓале континуирано или со прекини.

Месечната висина на врнежи претставува збир на дневните висини на паднатите врнежи. Годишната висина на врнежи претставува збир на дванаесетте месечни суми на врнежи.

Долгогодишните просечни месечни висини на врнежите претставуваат месечна аритметичка средина за повеќегодишен период на мерења.

Апсолутно месечно варирање на врнежите претставува разлика помеѓу максималната и минималната сума на врнежи во еден месец во испитуваниот период.

Годишно варирање на врнежи претставува разлика помеѓу месечните суми на врнежи во еден месец во испитуваниот период.

Релативното годишно варирање на врнежите (R), се определува според следната формула:

$$R = [(H_{\max} - H_{\min}) : H_{\text{god}}] \cdot 100\%$$

R – релативно годишно варирање на врнежите (%),

H<sub>max</sub> – највисока сума на врнежи (mm),

H<sub>min</sub> – најниска сума на врнежи (mm),

H<sub>god</sub> – годишна сума на врнежи (mm).

Оваа големина говори за рамномерноста, односно нерамномерноста на врнежите по месеци. Колку вредноста на релативно годишно варирање на врнежите е помала, толку врнежите се порамномерно распределени во текот на годината и обратно.

Релативен плувиометарски екцес (RPE) претставува разлика помеѓу вистинската сума на врнежи (‰) и идеалната, односно ремномерната распределба на врнежите (‰). Просечната месечна вистинска сума на врнежи се искажува во цели mm и се изразува во промили. Добиените вредности се споредуваат со месеците во кои врнежите во текот на цела година би биле рамномерно распределени. Во тој случај, месеците со 31 ден имаат 85% 0, месеците со 30 дена 82%0, а февруари 77%0. Месеците со позитивен екцес се влажни, а со негативен суви.

Плувиометарски кофициент (PK) претставува однос помеѓу вистинската (‰) распределба на врнежите. Ако кофициентот има вредност поголема од 1, значи дека месецот е влажен, односно помала од 1, месецот е сув.

Коефициентот на варирање на врнежите (C<sub>v</sub>) се определува според следната формула:

$$C_v = (b : X) \cdot 100 (\%)$$

C<sub>v</sub> – коефициент на варирање на врнежите (%),

b – стандардна девијација,

X – аритметичка средина.

Стандардна девијација се определува според следната формула:

$$b = \sqrt{\sum (H_{\text{mes}} - X)^2 \div n} = \sqrt{\sum di^2 \div n}$$

H<sub>mes</sub> – месечна сума на врнежи (mm),

X – аритметичка вредност на врнежите (mm),

n – број на години.

Малата вредност на стандардната девијација говори за висок степен на изедначеност, односно хомогеност на членовите во испитуваната низа и обратно.



Да се пресмета кофициентот на варирање на врнежите ( $C_v$ ) во текот на вегетациониот период (IV-X) според вредностите дадени на табела број 3?

*Врнежен фактор* - претставува однос помеѓу годишната сума на врнежи ( $H_{god}$ ) и средногодишната температура на воздухот ( $T_{god}$ ), односно

$$VF = H_{god} : T_{god}$$

VF – врнежен фактор

$H_{god}$  – годишна сума на врнежи (mm),

$T_{god}$  – средногодишна температура на воздухот ( $^{\circ}C$ ).

Ако големината на врнежниот фактор ( $Lang$ ) има вредност од:

VF 0 – 20 пустина – аридна клима,

VF 20 - 40 полупустина – аридна клима,

VF 40 – 60 степи и савани – хумидна клима,

VF 60 – 100 слаби шуми – хумидна клима,

VF 100 – 160 високи шуми – хумидна клима,

VF повисока од 160 тундри – перхумидна клима.

Годишниот индекс на суша ( $I_{god}$ ) се определува според De Martonne со следната формула:

$$I_{god} = H_{god} : (T_{god} + 10)$$

$I_{god}$  – годишен индекс на суша,

$H_{god}$  – годишен индекс на врнежи (mm),

$T_{god}$  – средногодишна температура на воздухот ( $^{\circ}C$ ).

За да се избегнат негативните вредности на индексот воведен е бројот 10. Се претпоставува дека при температура од  $-10^{\circ}C$  земјата е замрзната, врнежите се само во вид на снег, а на повисоките географски ширини средногодишната температура на воздухот нема да има вредност пониска од  $-10^{\circ}C$ .

*Месечниот индекс на суша ( $I_{mes}$ )* се определува според De Martonne со следната формула:

$$I_{mes} = (12 \cdot H_{mes}) : (T_{mes} + 10)$$

$I_{mes}$  – месечен индекс на суша,

$H_{mes}$  – месечна сума на врнежи (mm),



$T_{mes}$  – средномесечна температура на воздухот ( $^{\circ}\text{C}$ ).

Ако индексите на суша имаат вредност помали од 20, месеците се суви и е неопходно наводнување.

Да се пресмета месечниот ( $I_{mes}$ ) и годишниот индекс на суша ( $I_{god}$ ) според вредностите дадени во табелата.

**Табела. Месечни суми на врнежи (mm) и средномесечна температура на воздухот ( $^{\circ}\text{C}$ )**

Ме- сец	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	X II	
Mm	24. 6	21.7	42.3	40.1	11.7	90.3	39.7	41.0	32.6	47.9	110. 2	4 6. 0	548. 1
$^{\circ}\text{C}$	0.3	1.8	8.2	13.1	17.8	21.9	23.8	24.8	20.0	14.0	7.0	2. 5	12.9
$I_{mes}$	28. 7												23,9

**Табела. Вредностите на температурата на воздухот ( $^{\circ}\text{C}$ ) и врнежи (mm)**

месец	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$^{\circ}\text{C}$	0.5	3.1	7.8	13.2	17.6	20.4	23.8	23.0	19.3	13.0	6.0	1.4
Mm	25.6	35.5	26.8	37.7	44.5	44.5	38.5	33.9	26.7	37.2	53.1	42.4
$^{\circ}\text{C}$	1.7	2.7	5.8	9.9	14.6	18.3	20.7	20.4	16.9	11.9	7.2	3.3
Mm	71.8	68.4	63.6	50.6	60.5	38.7	24.9	32.8	40.4	67.8	94.6	84.1

*Што нè очекува во иднина?*

Неправилниот распоред на врнежите, негрижата кон водата, ерозијата и високите температури можат да предизвикаат во 2050 година Македонија да стане пустинско подрачје.

Тоа ќе значи дека Македонија ќе се соочи со недостиг на вода. Сегашните просечни врнежи во Македонија се околу  $720 \text{ mm/m}^2$ , што теоретски се доволни за

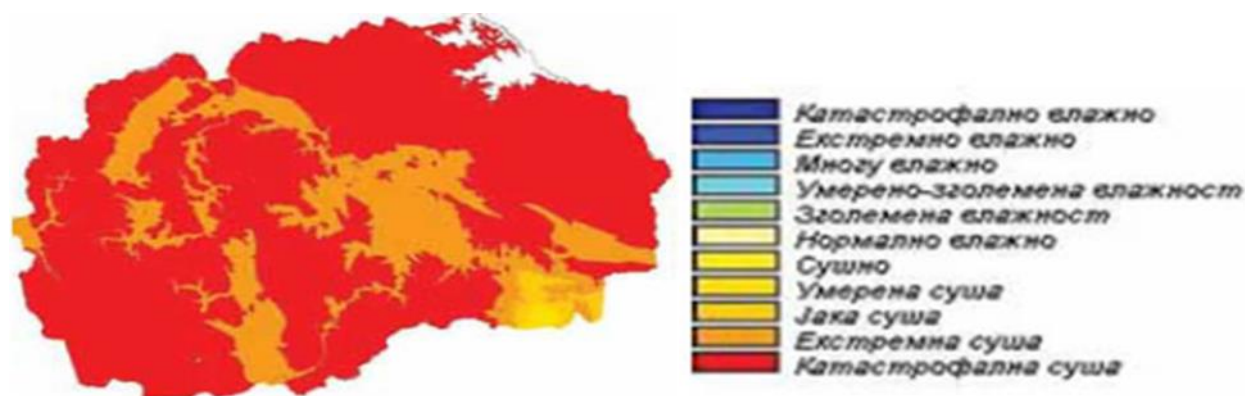
обновување на водните ресурси. Но голем проблем е што врнежите не се распоредени правилно, ниту просторно ниту временски.

Најголемиот дел од врнежите паѓаат на повисока надморска височина, додека во рамниците просечните врнежи се околу 400 милиметри на квадратен метар. Спас треба да се бара и за акумулациите кои имаат капацитет за наводнување на една четвртина од обработливото земјиште во државата, а и сега не се користат доволно. Климатските промени прво ќе удрат на земјоделието. Освен што одредени култури ќе исчезнат, ќе се намали и нивниот квалитет. Последиците најизразено ќе се почувствуваат преку намалување на водостојот во реките и езерата.

Нерамномерниот распоред на врнежите е честа појава на територијата на Македонија, а недостигот на врнежи изминатава година беше најизразен во есенскиот период, во месеците октомври, ноември и декември, кога недостигаа врнежи со количества од околу 100-130 l/m<sup>2</sup>.

Карактеристични за овој период беа врнежите забележани во ноември кои се движеа најмногу до 10 l/m<sup>2</sup>, но и целосно отсуство на врнежите во Крива Паланка, што не е забележано во досегашните мерења откако постојат организирани метеоролошки мерења во нашата држава. Надополнување на целата оваа состојба беа и под просечните количества врнежи во декември.

Вредностите на стандардниот индекс на врнежи (СПИ) за ноември е во категоријата на катастрофални суши на целата територија на Р. Македонија, како што се гледа и на картата подолу.



Слика 161. Вредност на индексот на врнежи за месец ноември 2012 година за Република Македонија

Овие недостатоци до одреден степен се компензираа со количествата добиени во текот на првите два месеца од оваа година кога имавме просечни до натпросечни количества од дожд и снег, особено во земјоделските житородни региони, но сè уште не се во границите на целосно задоволување на потребите на земјоделските култури.

Есенската суша забележана во Република Македонија во производната 2011-2012 година беше сериозна закана за предизвикување штети, посебно кај есенските посеви кои во моментот на навлегување во услови на презимување беа најзагрозената категорија од сите земјоделски култури кои се одгледуваат на отворен простор.

Дополнително негативно влијание врз културите и дехидрацијата на почвата имаа и „благо“ покачените температури на воздухот во истиот период што доведе до состојба сушата сè уште да се чувствува и нејзините последици да се видат по топењето на снегот.

Есенската суша и недостигот од врнежи придонесе и за драстично намалување на влагата во подлабоките слоеви од почвата, што се одразува и кај повеќегодишните култури како што се овошките и виновата лоза, но сепак, најмногу ја чувствуваат есенските посеви кои немаат никакви резерви на вода, ниту во површинскиот ниту во подлабоките слоеви.

Тие треба да бидат резерви во услови за презимување и отпочнување на вегетацијата во пролетниот период, кога потребите од вода се многу големи. Недоволната развиеност на растенијата придонесе за поголема осетливост кон минималните зимски температури, а со тоа и се зголеми ризикот од угинување или делумно уништување на посевите.

Податоците по години покажуваат дека последните пет години биле релативно повлажни, со поголеми количества врнежи од просечните, со исклучок на 2008 година кога сумите се во границите на просечните, додека во останатите години има врнежи и повисоки од 200 l/m<sup>2</sup> како сума за двата месеца.

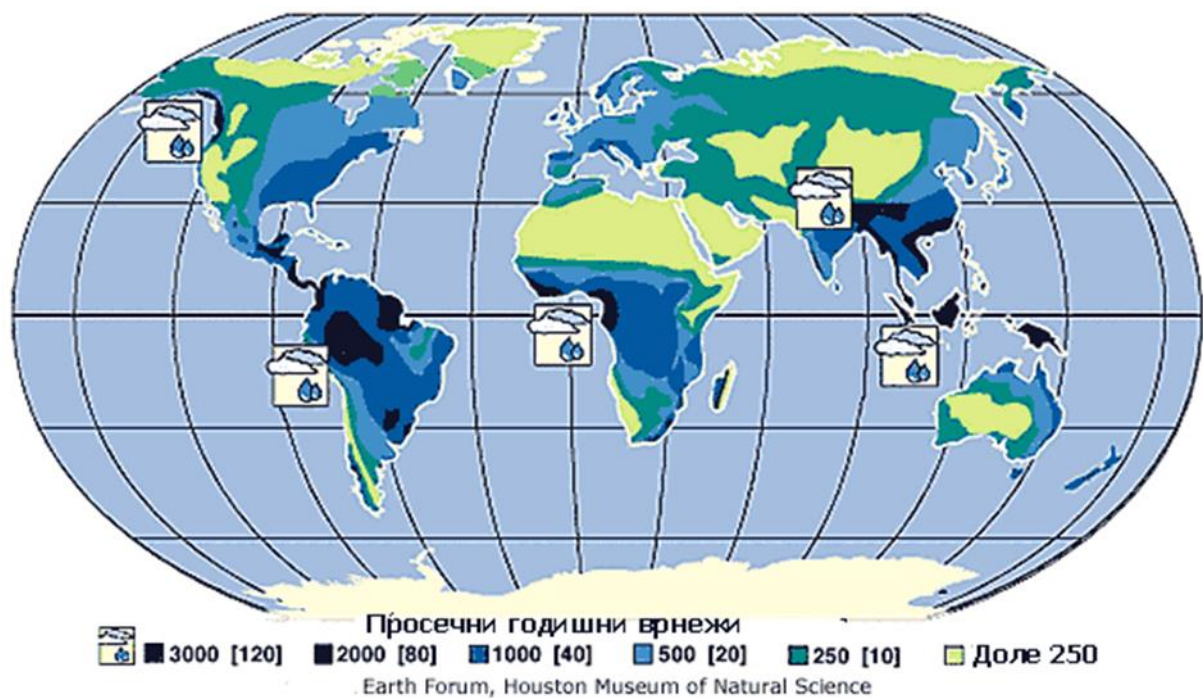
*Просечното количество на врнежи се очекува да се намали за -3% во 2025, -5% во 2050 година, -8% во 2075 година и -13% во 2100 година во споредба со референтниот период. Во поглед на врнежите, практично не се очекуваат промени во зимскиот период, но се очекува намалување во сите други сезони. Зголемување на просечните дневни температури се очекува во лето и мало намалување во зима.*

#### *Стапките на врнежи варираат во простор и време*

Количествата на врнежи не се еднакви насекаде во светот - напротив, тие не се еднакви дури и во еден град. На пример, во Атланта, Џорџија, САД, летните бури можат да доведат до еден инч или поголемо количество на дожд на една улица, додека друга област, на само неколку километри, да остане сува. Но, количеството на дожд што паѓа во Џорџија за еден месец често е поголемо отколку во Лас Вегас, Невада за цела година.

Светскиот рекорд на просечни годишни врнежи од дожд припаѓа на Waialeale, Хаваи, каде што во просек паѓаат околу 1,140 cm (450 инчи) годишно. Маркантни 1,630 cm (642 инчи) се забележани во текот на еден дванаесетмесечен период (што изнесува речиси 5 cm (2 инчи) секој ден). Споредете го сами ова со врнежите во Арика, Чиле, каде што не паднал дожд 14 години.

Картата подолу ги прикажува просечните годишни врнежи, во милиметри и инчи, за целиот свет.



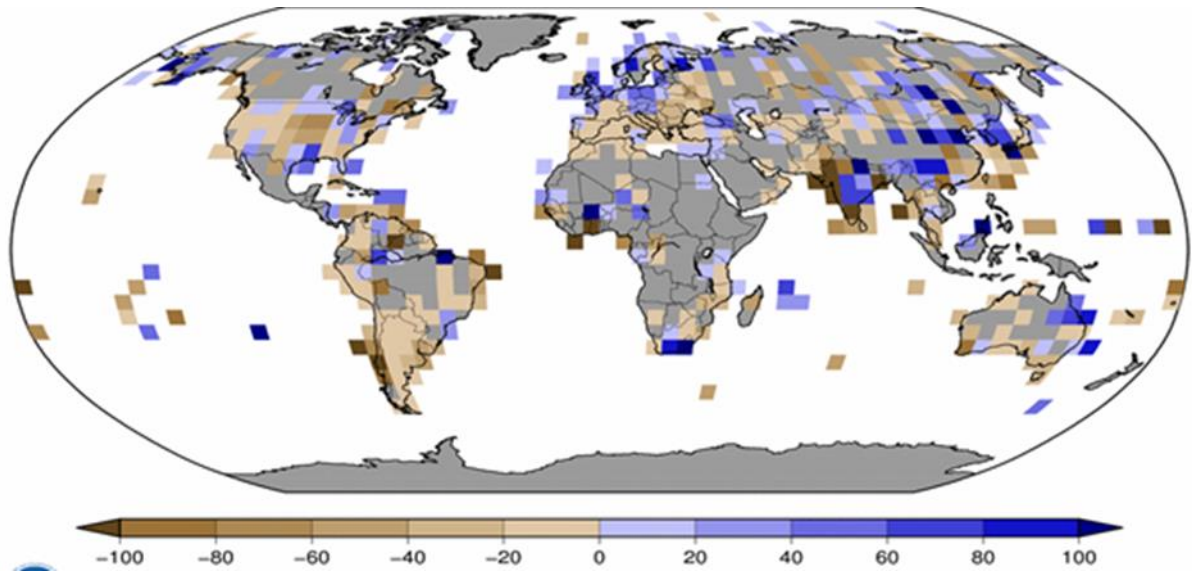
Слика 162. Просечни годишни врнежи во светот

Отстапувањата во количеството на врнежи биле многу различни во различни делови од светот. Во Австралија минатата година (поточно месец јули) бил посушен од просекот, со 83% на врнежи.

Притоа, на запад од Австралија паднале само 29% врнежи, што претставува трет најсушен јули во последните 113 години, а истовремено во Квисленд паднале многу повеќе врнежи од просекот (183%). Во источните делови на средна Аргентина, јули 2012 година бил најсушниот во последните 50 години.

Во Австрија минатиот јули (2012 год) бил изразито врнежлив. Во Виена наврнало за 2,5 пати повеќе дожд од просекот. На југ и на исток од земјата на 18 мерни станици наврнале рекордно количество дожд за месец јули.

Во Индија во периодот на монсонските дождови во јули 2012 година имало потпросечни количества на врнежи, а на ниво на целата држава околу 87%. Во јуни и јули вкупно наврнале 81% од просечното количество на дожд. Притоа, на северозапад паднале 65%, а на исток и на североисток околу 89% од просечното количество на дожд.



Слика 163. Одови на врнежи во светот

## 79. КОРИСТЕЊЕ НА СОВРЕМЕНИ СРЕДСТВА ЗА ОБЕЗБЕДУВАЊЕ НА МЕТЕОРОЛОШКИ ПОДАТОЦИ

Метеоролошки радар претставуваат уреди со чија помош се откриваат најразлични појави во атмосферата (град, снег, дождовни капки и др.). Со нив може:

*-Да се следи развојот на облачните системи, нивниот правец на движење како и појавите поврзани со нив;*

*-Да се испитува составот и структурата на маглите и облаците;*

*-Да се мери интензитетот и количеството на поголеми површини;*

Метеоролошки сателити претставуваат средство кое може да обезбеди глобална слика за:

*-Времето;*

*-Општата циркулација во атмосферата;*

*-Брзината на движењето на облачните маси;*

Сателитските слики се добиваат со помош на радиометри кои ја мерат рефлектираната енергија од Сонцето, Земјата и атмосферата.

## 80. ДАЛЕЧИНСКО МЕРЕЊЕ

Со далечинското мерење се собираат информации од објектите кои се мерат (облаци, површините на океанот, итн.) со одговарачка оддалеченост од него.

Човекот со очите ги прима информациите од состојбата на атмосферата. Таа процена може да се спореди со составот на далечинското мерење.

Тука накратко ќе кажеме само три категории на метеоролошки далечински состави: содари, радари и сателити.

## СОДАРИ

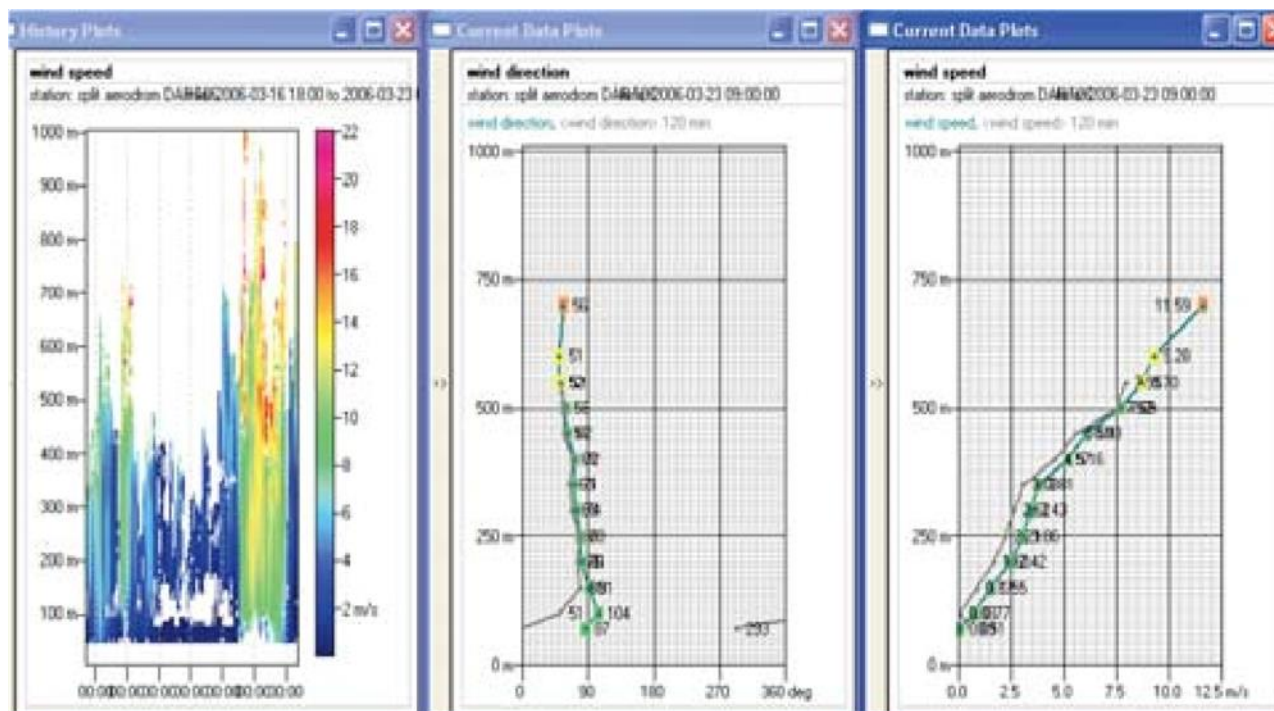


Слика 164. Изглед на СОДАР

Мобилен содар (wind-profiler) со помош на кој се мери ветерот, по компоненти, до висина од 1.000м.

Пример на резултати од мобилен содар. Успешноста на мерење на овие содари зависи од временските услови. Овој состав произведува звучни сигнали, па е потребно да се бараат посебни дозволи за нивната работа во населените места.





Слика 165. Пример на мерење на вертикалниот профил на ветерот со помош на содари

## 81. МЕТЕОРОЛОШКИОТ БАЛОН

**Метеоролошкиот** балон е од слободен тип, без посада, и опремен со инструменти за метеоролошки мерења. Топчест е и исполнет со хелиум или водород. Според намената може да биде за: подигање на метеоролошките инструменти (и за мерење на ветерот на висини), за одредување висината на **облаците**, и посебните кои служат само за одредување брзината на ветерот по висина.

За мерење висината на облаците се пуштаат мали балони со позната брзина подигнување, да кажеме со 100 метари во минута. Набљудувачот го мери времето од пуштањето на балонот до влезот во облакот. Поминатото време помножено со брзината на подигање ја дава висината на базата на облакот.

За набљудување брзината и правецот на ветерот служи пилот-балон. Достигнува висина од 7 до 18 километри, а потоа пука. Се следи со аеролошки оптички теодолит од земјата.

За подигнување на метео-инструментите се користат поголеми балони, тежина 300-2.000 грама, пополнети со водород. Помалите носат **радарски** рефлективен материјал и се следат со радар, со што се одредуваат карактеристиките на висинскиот ветер. Поголемите носат радио-сонди и други инструменти. Инструментите се спуштаат со падобран по распрскување на балонот на висина и до 20-30 km.



### 81.1. МЕРЕЊА СО ПИЛОТ-БАЛОН

Пилот-балонско мерење. Стандарден начин на мерење на ветерот. На висина се наоѓа објект кој реагира на воздушната струја. Малку балони од природна или вештачка гума (просечна маса 20, 30 или 100 gr), наполнет со воздух, се издигнува практично со константна брзина и се отвора од вертикални во оние страни кај кои ветерот ги движи. Балонот го следи тидолитом.

Во еднакви временски интервали се отчитуваат елевации под кои балонот се гледа во однос на хоризонтот. Помеѓу измерените агли и познатите висини на балонот, може тригонометриски да се пресмета хоризонталната проекција на пумпање на балонот, а од друга страна, и брзина на ветерот во слојот од атмосферата помеѓу два застапни нивоа на мерење. Податоците од висинскиот ветер кој се внесува во синоптичка карта.



Слика 166. Приказ на балон пилот.

Обично ја прикажуваат брзината на ветерот во слојот со дебелина приближно 1.000 m. Хоризонталните размери на просторот кои се опфатени со еден податок се 300-500 km. Отприлика низ местото за набљудување на набљудувачкиот слој обично се прават од две до три набљудувања. Грешките кои се појавуваат при пресметувањето на средната брзина на ветерот настануваат поради недоволно точните утврдување на положбата на балонот во два застапни моменти.

Употребата на пилот-балон е ограничена на поволни временски можности, при што се подразбира брзината на издигање на балонот да биде константна, што понекогаш не е случај. За тој недостаток да се отстрани во истражувачките сфери служат два теодолита, сместени на крајна база во доволна должина.

Истовремено, отчитувањето на агли под кои се гледа балонот со двата краја на базите овозможува по тригонометриски пат да се одреди положбата на балонот во атмосферата без претходно дознавање на висината на балонот, а преку него правецот и брзината на ветерот.

## 82. РАДИО-СОНДИ

**Радио-сондажни мерења** - За откривање на процесите во атмосферата, а особено за нумеричка прогноза на времето, е неопходно да се располага со сите податоци и вредности на метеоролошките елементи на различни висини.

Радио-сондата се состои од елементи за мерење на притисокот, температурата и влажноста на воздухот. Уредот за формирање на сигналот е мал радиопредавател на батерии и антена. Закачена е на голем балон наполнет со воздух, сондата се издига над површината на земјата сè додека не пукне балонот, а потоа постепено се спушта на земјата.

Стандарната сонда мери повеќе од еден елемент по секој циклус на мерење. Величината на овие уреди работи на фреквенција од 25 до 100 MHz. На првата радиосонда за мерење се наоѓаат:

**1)-биметал за мерење на температура 2)-влакна (од човек) за мерење на релативната влажност на воздухот и 3)-анероидна кутија за мерење на атмосферскиот притисок.**

Механичката примена на сите елементи се користи за добивање на соодветни електрични сигнали, така што сондите работат како електромеханички уреди. Кај електронските сонди температурата најмногу се мери помеѓу термометарскиот отпор (проводници или полупроводници) или помеѓу биметалот.

Инертноста на термометарот е особина кај која радиосондажите мора да прават уште повеќе пресметки одколку кај стандардните приземни мерења. Заради малата густина на воздухот, коефициентите на инерција се на поголема висина отколку кај тлото. Заштитата од зрачења е, исто така, важен предуслов за добро функционирање на елементите за мерење на температурата.

Секој елемент треба да има што помал коефициент на апсорпција на зрачење. Најмногу корисен елемент за мерење на влажноста на воздухот во радиосондите е пластичната плоча составена од тенок слој литиум хлорид.

Отпорниот слој на литиум хлорид се менува во граница од неколку мегаоми до неколку килооми, во зависност од влажноста на воздухот. Бидејќи овој елемент е осетлив на промените на температурата, мора да се воведат дополнителни корекции. При личната обработка на радиосондата треба да се имаат предвид многу силните воздушни струења.

Освен силата, значајни карактеристики на сондите се: точност и тежина и мала осетливост при тешки услови на работење. На пример, осетливост на предавателите на големи промени на температурата, Од друга страна, класичните радиопредаватели со електронски цевки имаат потреба од значително силни електрични извори на енергија. Поради тоа, сè уште се произведуваат сонди кои мораат да носат големи батерии кои претставуваат товар што балонот мора да го носи.

Според принципот на работење, се разликуваат четири видови радиосонди: хронометриски сонди, сонди со код, сонди со променлива аудио фреквенција и сонди со променлива радио фреквенција.

### 83. МЕРЕЊЕ СО МЕТЕОРОЛОШКА РАКЕТА

Ракетни мерења: радио сондажните мерења по правило не поминуваат висина повеќе од 30 до 35 km, па на повисока висина (400-500 km) се употребуваат метеоролошки, односно географски ракети.



Слика 167. Метеоролошки ракети.

Во самиот врв на метеоролошките ракети, обично се наоѓа: отпорен термометар, топлотен манометар и електричен уред за мерење на интензитетот на сончевото зрачење, доколку во телото на ракетата се сместени:

- *манометар,*
- *фотографски апарат,*
- *телеметриски уред за пренос на податокот на земјата, и*
- *радио пренесувач.*

Во задниот дел се наоѓа резервоар со гориво и комора за согорување.

Ракетата обично се запалува во вертикална положба со брзина од 4 до 6 маха. Еден начин за одредување на температурата на воздухот и брзината на ветерот со помош на ракета е тој што ракетата треба да е на различна висина во размери од по 5 км. Таа исфрла мала граната чија експлозија се регистрира на земјата.

Врз основа на разликите на времето поминато помеѓу експлозијата и при испраќање на звучни бранови на земјата се одредува брзината на звукот, а понатаму средна температура и средна брзина на ветерот во слојот помеѓу површината и висината на која гранатата експлодирала.

Во текот на паѓањето на ракетата има поставено падобран, врз основа чие тргнување помеѓу радарот кој го одредува правецот и брзината на ветерот. Брзината на ветерот може да се мери и помеѓу тенки жици надвор од ракетата.

Мерње на сферика: Под сферика се подразбираат електромагнетни бранови кои се последица на електричните празнења (молња) од разгрмени облаци. Овие радиобранови можат да се откриваат и на оддалеченост од повеќе илјади километри, а со сферик брановите се одредува положбата на нивните извори.

За таа сфера служат радио геометриските уреди, кои на катодна цевка го покажува правецот од каде дошол сферик сигнал. Составни делови на уредот се две антени поставени под прав агол и ориентирани во правецот север-југ, односно исток-запад.

Приемникот на овие уреди работи на фреквенција од 10 KHz, а при секоја трага на сферика, на екранот се добива и звучен сигнал, кој со телефон се пренесува во средната станица, при што може да отчита азимутот на сигналот.

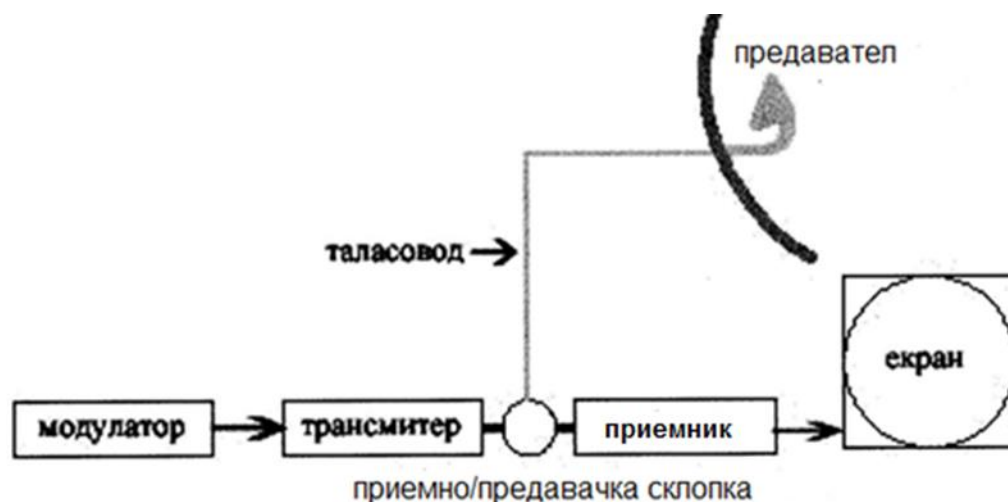
Во мрежата на сферик станици обично работат од две до четири станици меѓусебно оддалечени од 500 до 1.000 км., па истовремено се отчитува сигналот на оддалечените грмотевици; во пресекот на правецот на географската карта може да се одреди местото на изворот на сферикот. Кога грми сферик-станциите обично работат 10 минути пред секој полн час.

#### 84. МЕТЕОРОЛОШКИ РАДАРИ

Метеоролошките радари се многу корисни уреди за детекција и набљудување на различни временски системи, хелие невреме, на пр. е премногу магла како би можеле да бидат регистрирани од страна на широко распространети мрежи на набљудувачките уреди. Од друга страна, метеоролошкиот радар континуирано скенира навистина широка област и можат да се лоцира магла и изолирани појави на друг вид врнежи. Метеоролошките радари регистрираат развој и **диспација хелија непогод, правец и брзина на тргнување, како и спирални ленти плускова која се поклопува** со урагани. Радарот не може директно да детектира торнадо, но во некои ситуации кога торнадото е присутно, ехокукастиот облик може да се види на екранот на радарот. Класификацијата на радарите може да се направи спрема: 1) бројот на корисни антени (моностатички и бистатички); 2) принцип на работа (имплусни радари, доплерови и радари со континуирано емитување на сигнали); и 3) намени (метеоролошки, радари за одредување на профилот на ветерот итн.



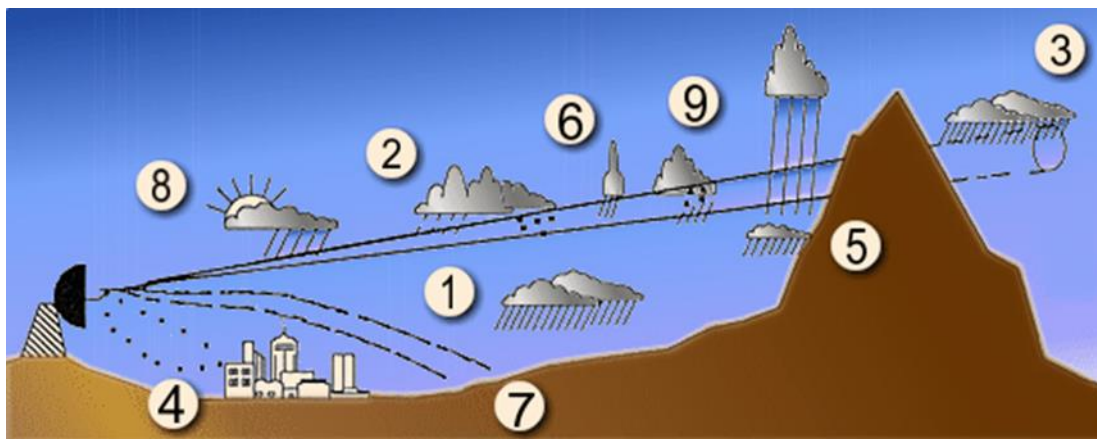
Под метеоролошки радарии обично се подразбира моностатички имплусни радари кои првенствено се наменети за мерење на сигнали кои во себе носат информација за карактеристиките на набљудуваниот метеоролошки објект и неговата ориентација и оддалеченост. По долгогодишни испитувања е утврдено дека доплеровиот радар нуди значително подобри идентификации на временските феномени и дека треба да влезе во оперативна употреба.



Слика 168. Модул на метеоролошки радар

Радари за одредување профилот на ветерот. Претставуваат нов вид радари кои работат на релативно ниска фреквенција. Поради избраните бранови должини, овие радари се со можност да ја регистрираат брзината на ветерот од површината до долната граница на стратосферата, континуирано.

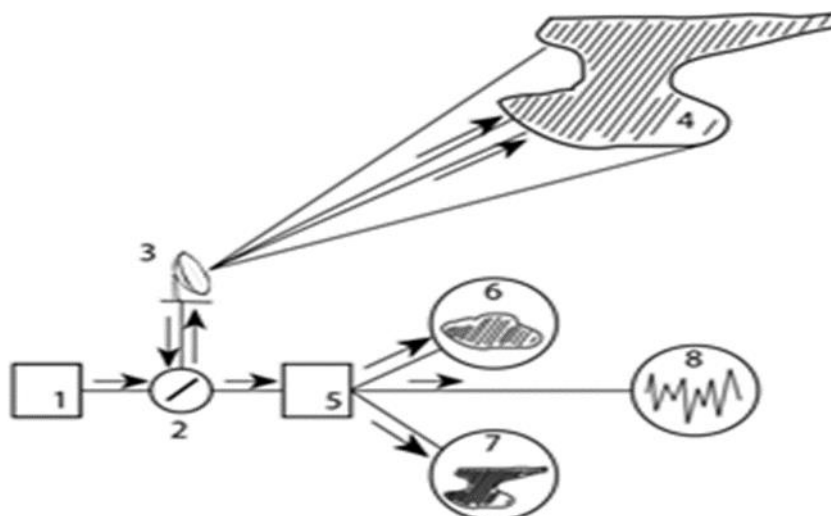
Радарите се во можност на секој 5 минути во текот на 24 часа да даваат информација од профилот на ветрот. Овие информации се значително важни кога се работи во тропосферата и долните слоеви на стратосферата, во која се одвиваат најголем дел од метеоролошките феномени значајни за времето.



Слика 169. Радарско мерење

При испитување на внатрешната структура на облаците, врнежите, буруносните и турбулентни метеоролошки објекти.

Без оглед дали се работи во просторна или површински распоредени метеоролошки објекти, нивната оддалеченост од радарите се одредува врз основа на времето потребно радарскиот сигнал да помине пат до објектот и да се врати, додека положбата на објектот помине на основна ориентација на фразниот фронт од одбиен бран.



Слика 170. Шема на радар, 1-Предавател; 2-Автоматски преклопник; 3-Примопредавачка антена; 4-Облак; 5-Приемник; 6-Позициски-панорамски екран; 7-Екран-вертикален пресек; 8-Амплитуден екран.

Метеоролошките објекти на кои паѓаат радарски сигнали делумно распределуваат, а делумно ги засилуваат овие сигнали, играат улога на нови извори на сигнали. Во случај на судрување со објектот се менува амплитудата, фреквенцијата, фазата и поларизацијата на одбиените сигнали.

Метеоролошките радары се комплексно радиолокациски системи кои се составени од следните потсистеми: предавател, антена, брановод, приемник/предавател преклопник, приемник и екран.

Предавател е извор на електромагнетни сигнали со високи фреквенции кои го напуштаат радарскиот систем. За метеоролошките радары се најзначајни следните три типа предаватели: магнетрон, клистрон и кристален трансмитер.

Комбинација од различни видови предаватели кај еден радарски систем е вообичаено, како би биле искористени повеќе вредности. Без оглед на типот на предавателот, поседува модулатор кој има задача да го вклучува и исклучува предавателот и да води сметка за обликот на емитување на импулсите.

Една од значајните карактеристики на предавателот е фреквенција на имплусот (ФПИ) која го дава бројот на имплуси во секунда и се движи во интервал од 200 Hz до 300 Hz. Старите типови радары работат на фреквенција од 150 до 300 Hz, додека новите, Доплерови радары, обично работат во опфат од 500 до 1.500 Hz. Поради тоа, нивната должина на емитување на имплуси е од 0,1 до 10 Hz.

Аntenата ги насочува емитуваните радарски сигнали на набљудуваниот метеоролошки објект. Во паузата помеѓу два емитувани сигнала, до antenата на радарот стига сигналот рефлектиран од објектот. Кај некои радары (моностатички) овие сигнали ги прима иста антена која и ги емитува. Најчесто користена антена кај метеоролошките радары е изотропна антена која емитува радарски знак рамномерно во сите правци.

Брановод е дел од антенскиот систем чија што обврска му е да транспортира високфреквентни сигнали од предавателот на антени и од antenата на приемникот. Тоа е обичен метален проводник со четириаголен попречен пресек чија внатрешна димензија зависи од брановата должина која треба да биде транспортирана.

Приемник-предавател, преклопник обезбедува користење на истата антена за прием и емисија. Во текот на работењето предавателот, преклопникот го приклучува брановод на антенски систем и повремено го затвора влезот на приемникот кој на овој начин штити од големи имплуси со предавателот кои се често со сила од над 1 MW. Помеѓу два инпулса на предавателот преклопникот го затвора влезот на предавателот како целата енергија на идниот сигнал би била насочена кон приемникот со оглед на тоа што големината на радарот прима сигнали чија големина е од 10 w или помалку. Самиот преклопник се наоѓа во брановодот помеѓу предавателот и приемникот.



Приемникот е дизајниран да идентификува и засилува сигнал кој е стигнал до антената.

Овој сигнал, комбиниран со некои референтни сигнали со погодна избрана фреквенција, дава сигнал со многу помала фреквенција (30-60 Mhz) кој е лесен за манипулации и кој може да се транспортира до екранот и до осцилоскопскиот кабел, наместо со брановодот.

Екранот има превентивна обврска да визуелизира информации добиени од анализата на рефлектираните радарски сигнали. Наједноставен и прв тип радарски екран е осцилоскоп кај кого на X и Y оски се прикажува времето и интензитетот на сигналот.

Меѓу најуниверзалните екрани за временски податоци спаѓа рамно поставениот панорамски екран на кој може да се следи распоредот на облаците и зоната на врнежи во хоризонтално равнини на различни оддалечености. На кружниот екран се прикажува информација која е достапна на неговиот приемник во вид на карта во чиј центар се наоѓа радарскиот систем.

Друг тип на екран кој често се користи за проучување на вертикалниот развој на облаците е екран на вертикален просек. На тој екран е интензитетот на пропорционално силни рефлектирани сигнали.

Мрежата на радарски центри располага со два дигитализирани метеоролошки радари.

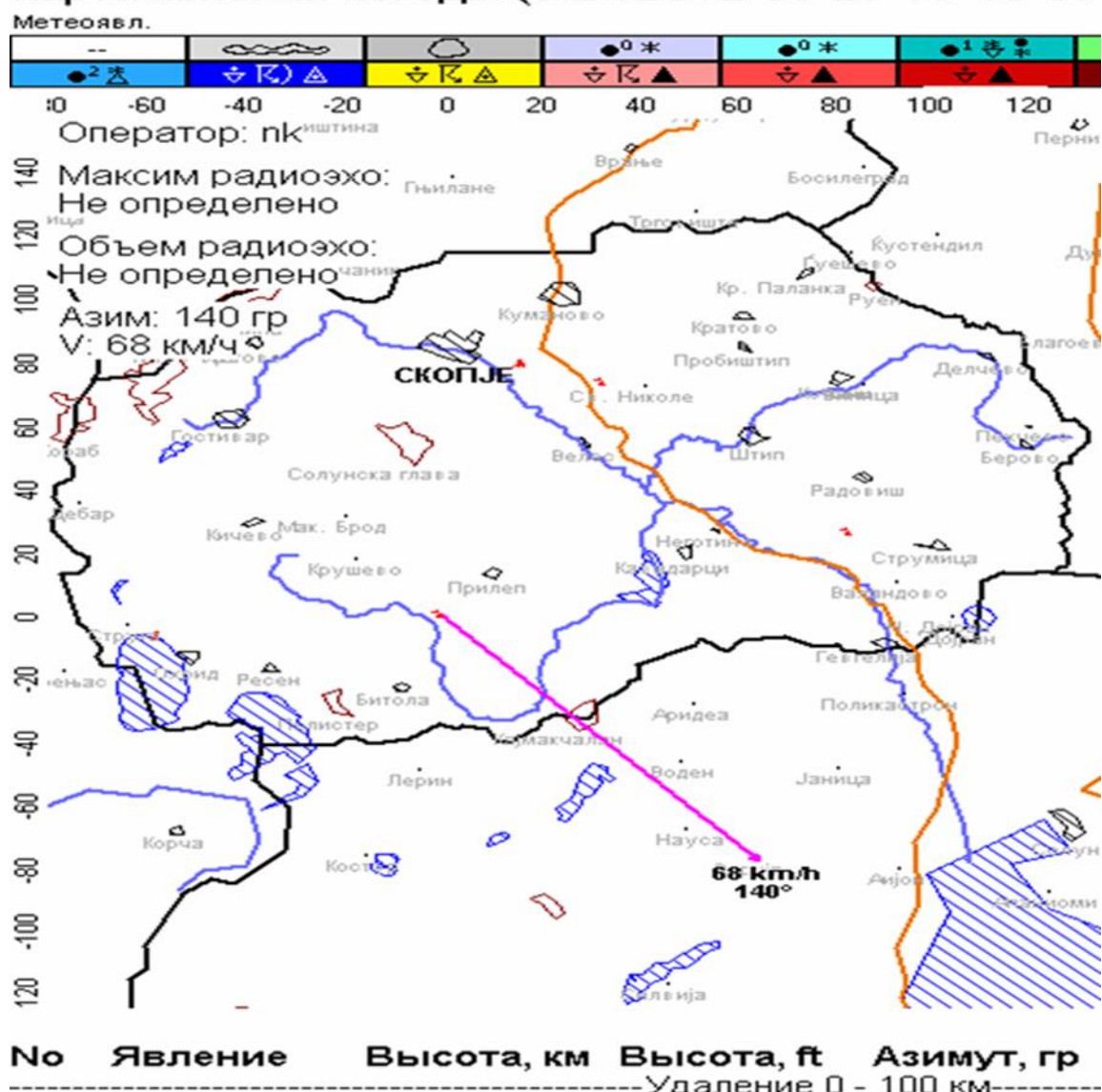
Графичките материјали се продукти од софтвер за обработка на дигитализирани радарски сигнали од руско потекло.

Во горниот дел од сликата можат да се забележат обоени правоаголници кои содржат еден или повеќе симболи кои ги означува соодветната боја на правоаголникот.

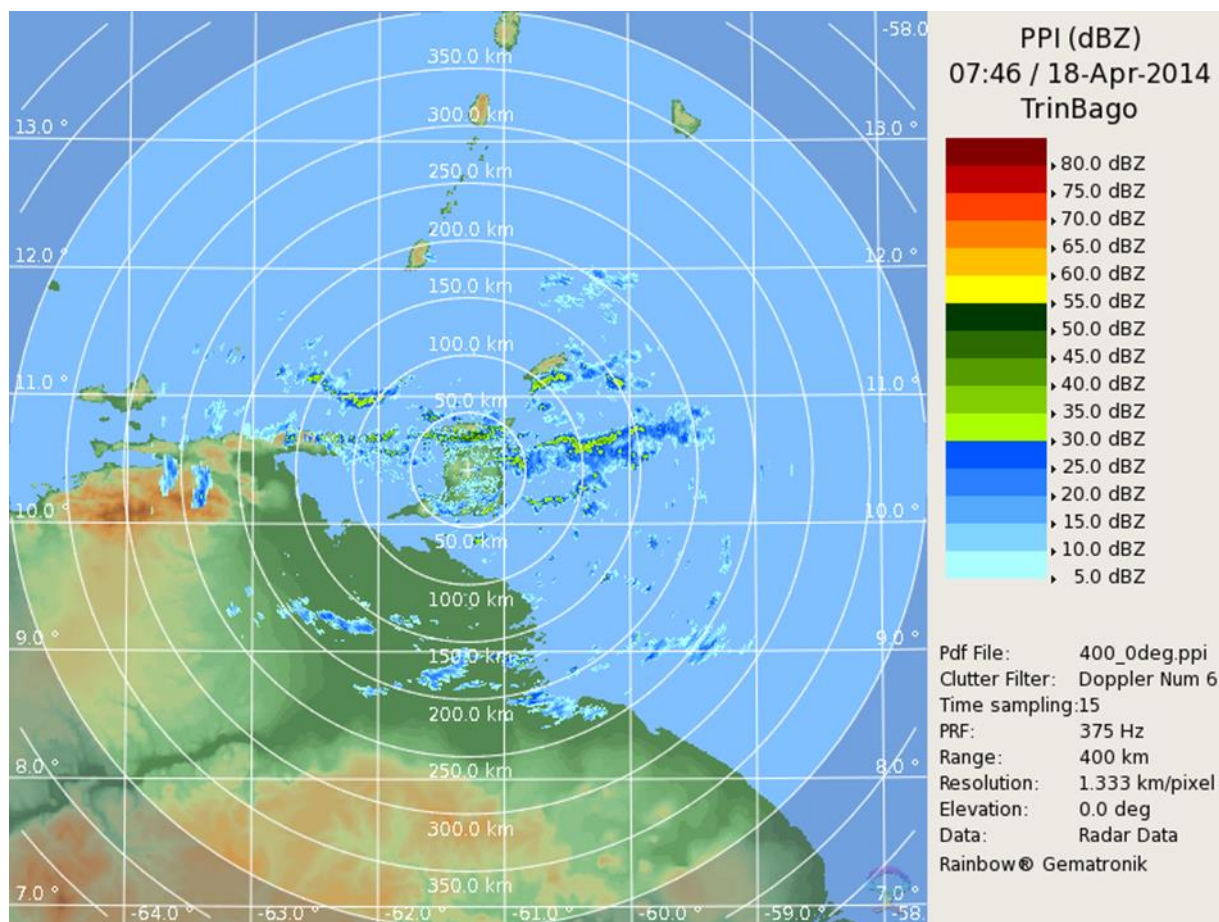
Облаците и облачните системи се најчесто сосема неправилни обоени форми, а правилните кругови со бројки во средината се локациите од кои се лансираат противградните ракети.

Форматот на датумот и времето е „уууу-mm-dd hh-mm-ss“ („година-месец-ден час-минути-секунди“)

# ГМС Р.Македонија, Тополчани, МКАСУ-МРЛ 2008 Карта явления погоды (3.2 с2012-05-27 18-48-09)



Слика 172. Радарска контрола



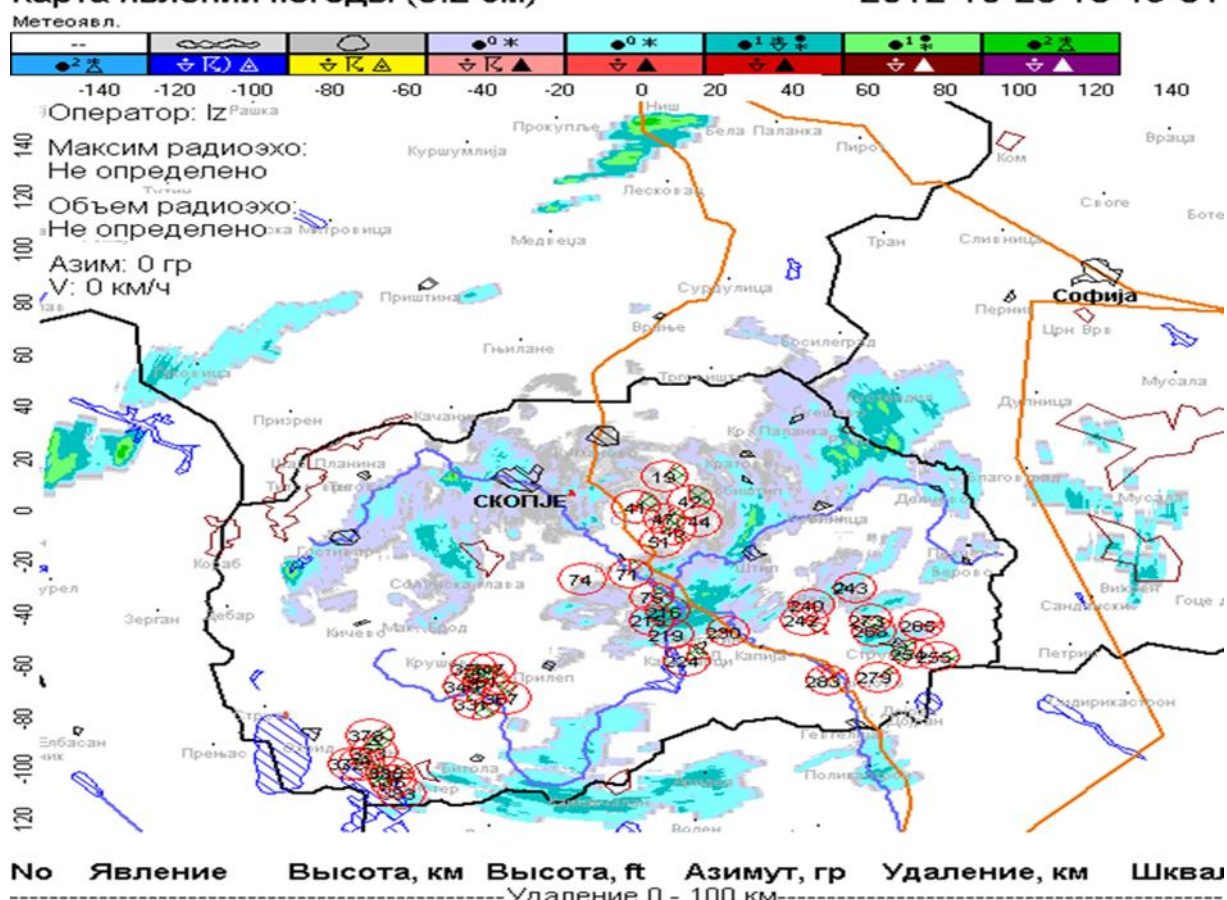
Слика 173. Од метеоролошки радар

Ако радарските центри се само во состојба на минимална активност, тогаш графичкиот материјал од двата радарски центра е достапен повремено, и во зависност од степенот на активност на секој одделен центар.

Сепак, ритамот на проверка за нов пристигнат материјал е на секои 15 минути, за колку што последната пристигната слика ќе биде видлива.

ГМС Р.Македонија, Гюриште, MKGU  
Карта явления погоды (3.2 см)

АСУ-МРЛ 2008  
2012-10-28 15:49:51



Слика 175. Радарска снимка

Графичките продукти се резултат од работата на еден потполно автоматизиран систем за нумеричко моделирање на времето (моделот е активен неколку години во УХМР).

Официјалната прогноза ја подготвуваат синоптичари кои критички ги анализираат резултатите од работењето на повеќе нумерички модели (некои од тие податоци се достапни само за националните метеоролошки служби) и во одредена мера, тие се раководат и од своето повеќегодишно искуство.

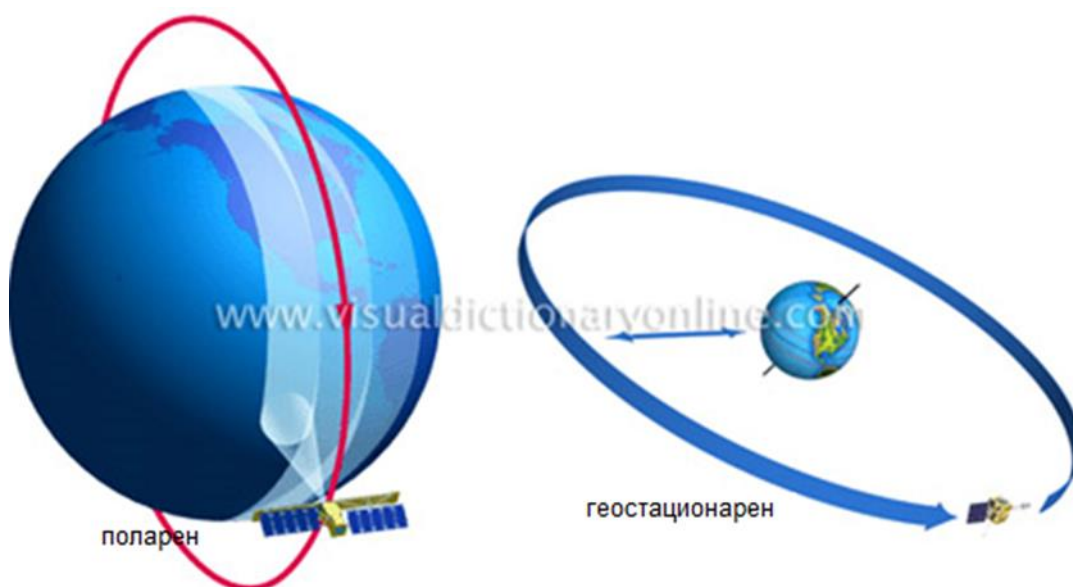
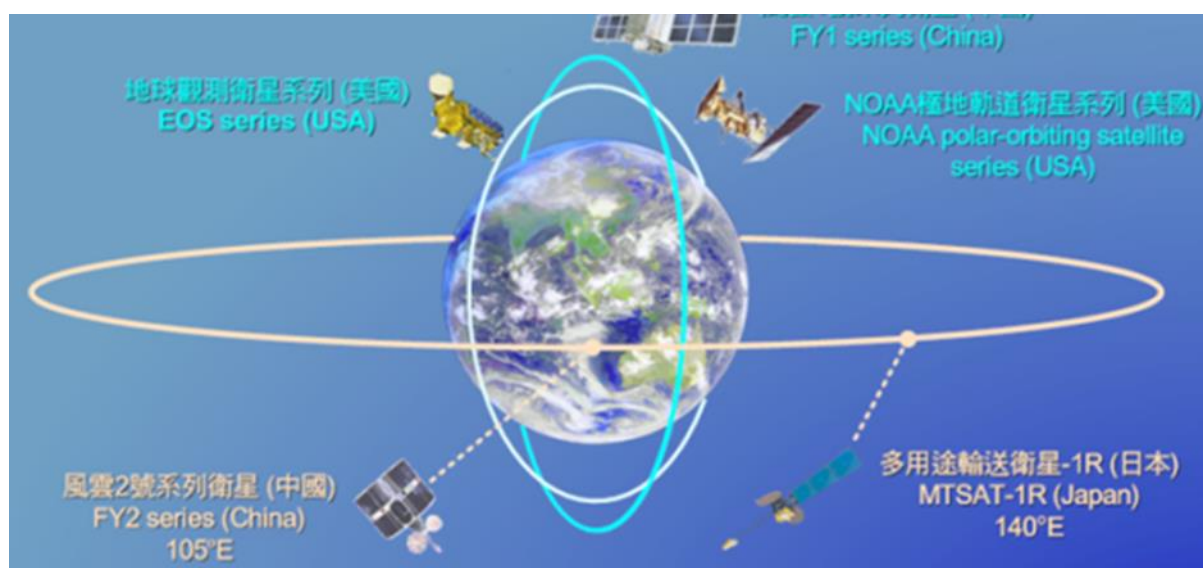
## 85. МЕТЕОРОЛОШКИ САТЕЛИТИ

За метеоролошките потреби се користат два вида сателити, и тоа:

**-Орбитални сателити:** Кружат околу Земјата во близината на половите, на просечна височина од околу 850 km.

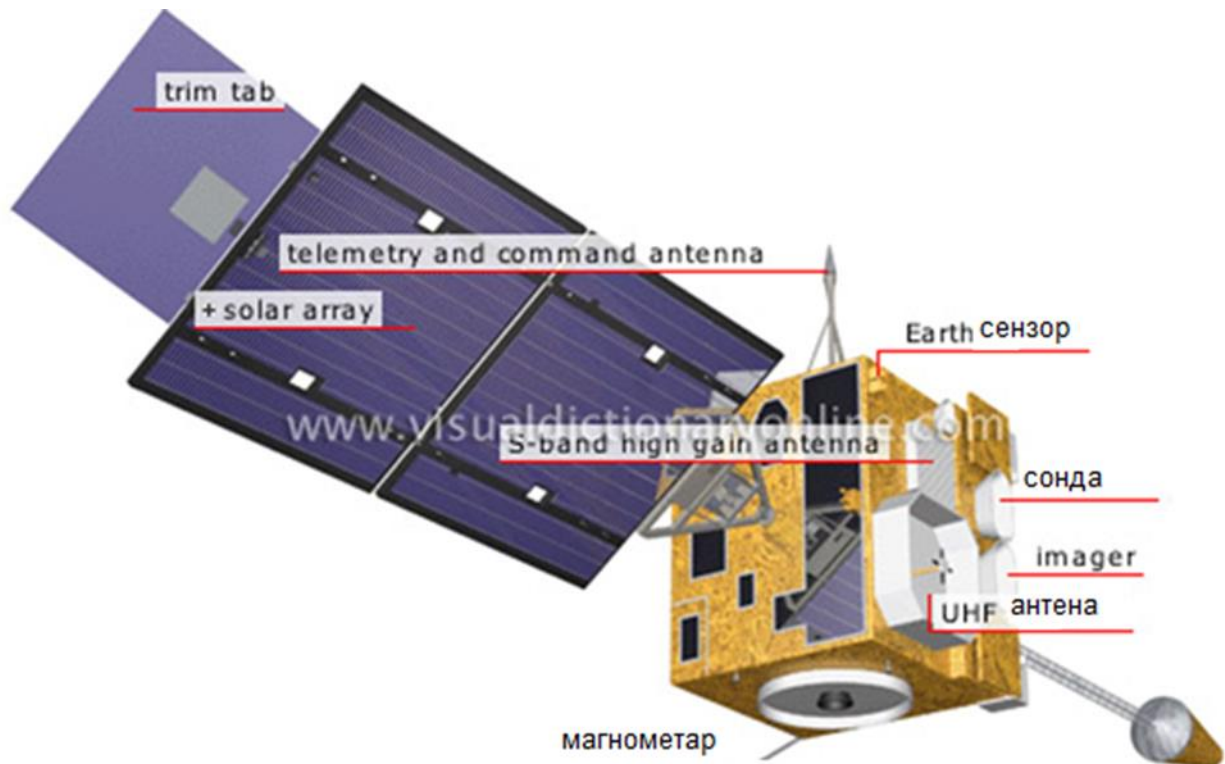
Тие даваат податоци на секои 12 часа;





Слика 176. Поларни и геостационарен сателит

**-Геостационарни сателити:** Се наоѓаат над екваторот на височина од 36.000 km. Нови метеоролошки податоци се добиваат на секои 30 минути;



Слика 177. Метеоролошки сателит и неговите составни делови

Во најновата историја на метеорологијата, лансирањето на првиот метеоролошки сателит ТИРОС може да се набљудува со револуционерен дијаграм. Првите добиени податоци од набљудување на атмосферата се толку јасни како никогаш дотогаш.

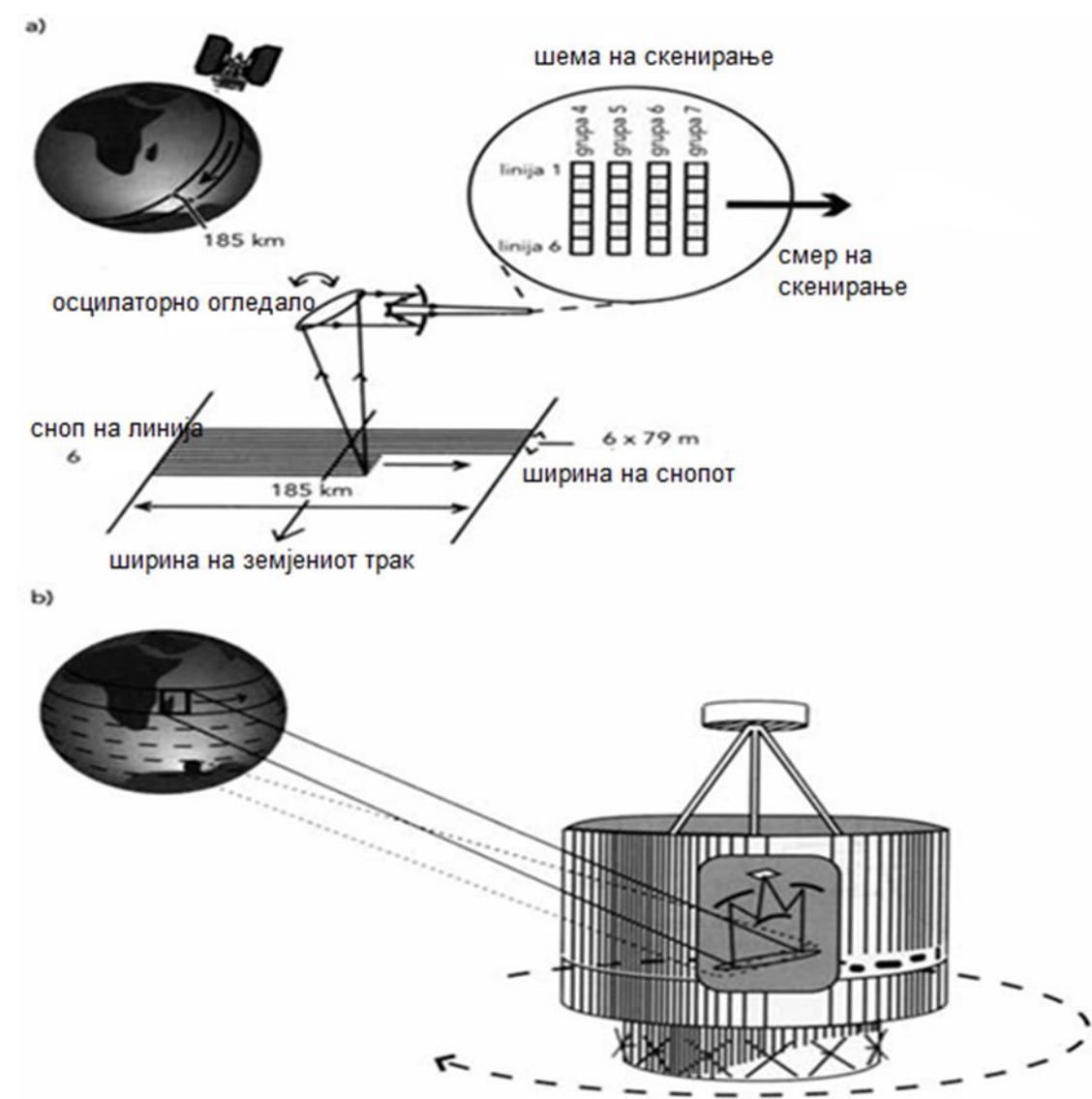
Во Соединетите Американски Држави се воведени два основни типа сателити, од кои едниот се користи кога се работи за сателити во поларна орбита, а други кои се геостационарни сателити.

Метеоролошките сателити обезбедуваат прегледни сликовни и/или дигитални информации од: облаците, температурната на силата на сончевиот зрак, зрачење, ветер врнежи и др.

Се разликуваат орбитални и стационирани сателити. Орбиталните сателити кружат околу Земјата на висина од околу 850 km и секој од нив прави по 12,5 опфати во 24 часа.

Сликањето на целата Земјината топка го реализираат во текот на 12 часа. Првиот орбитен метеоролошки сателит со име ТИРОС (Television-Infra Red Observational Satellite) е лансиран во 1960 година.

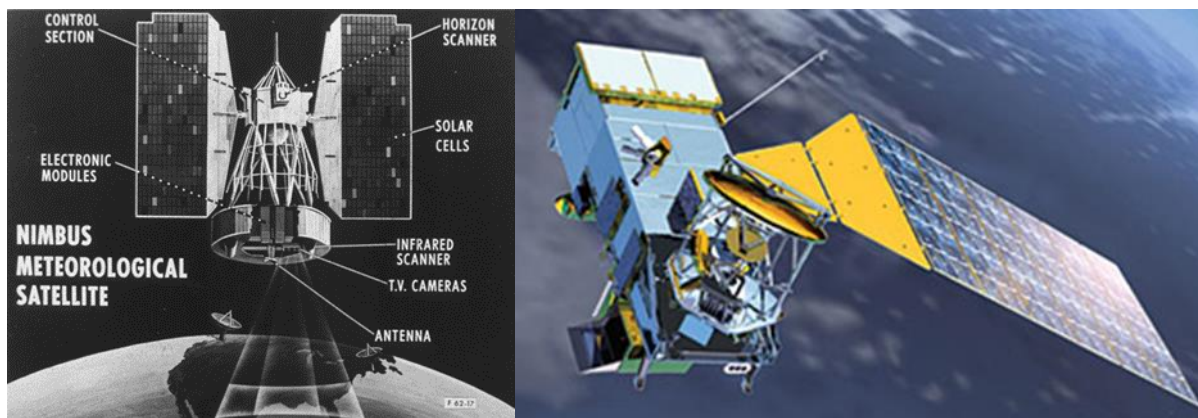
Геостационарниот сателит кружи заедно со Земјата, стационирните се наоѓат на екваторот на висина од околу 36.000 km.



Слика 178. Шема на функционирање на метеоролошки радар

3. Тие произведуваат нови слики на облаците на секои 15 min. А служат и како телекомуникациски центри, прв геостационарен сателит е SMS (Synchronous Meteorological Satellite).





Слика 179. Составни делови на метеоролошки сателит



Слика 180. Резултат од сателитско снимање

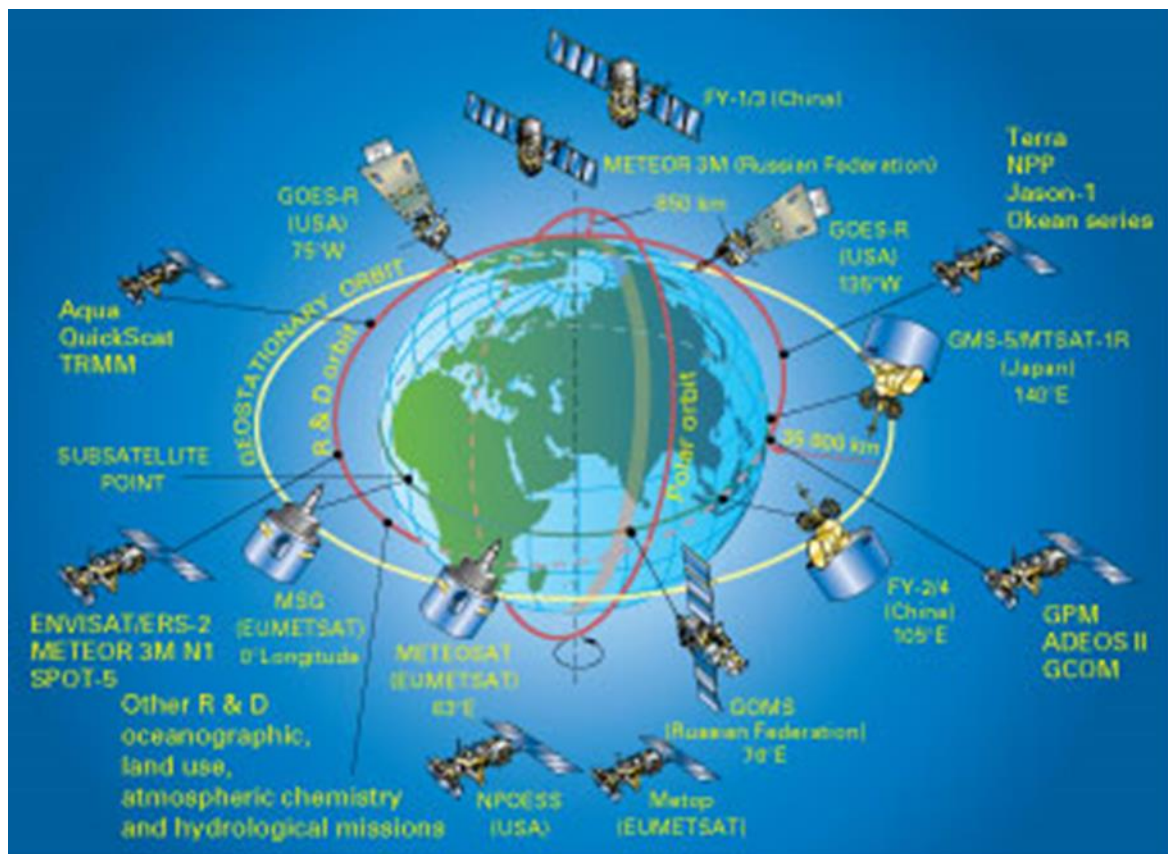
На сликата е прикажана снимка од географски метеоролошки сателит METEOSAT кој се наоѓа на 36.000 km над екваторот на 0 степени географска должина. Снимката прикажана на сликата е направена во видлив дел од спектарот (0,40 – 0,76).

Најинтересен дел кој може да се види од оваа снимка е облачниот појас кој ја означува интерполската зонска конверзација која се простира непосредно над екваторот.

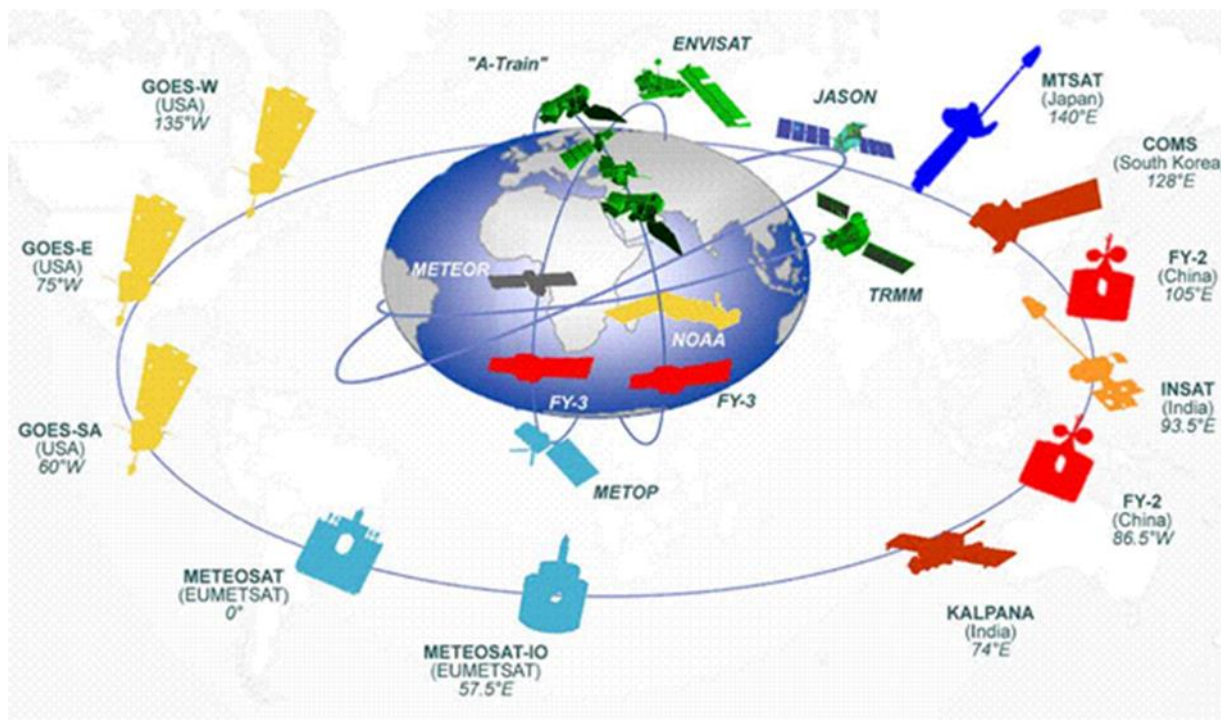
Сателитите од типот SMS имаат телескоп-радиометар за инфрацрвена и видлива фотографија од висока резолуција и комуникациски систем за составување и чување податоци.

Слични како нив се сателитите GEOS кои имаат подобри комуникациски уреди. Геостационарни сателити овозможуваат континуирано набљудување на облачната покривка над Земјата на големо пространство, мерење на висината и дебелината на облаците и дење и ноќе, одредување на брзината на ветерот врз основната брзина на тргнување на облаците.

Одредување на температурата на земјината површина и интензитетот на кратkobрановото зрачење одбиено од земјината површина како добивање на податокот од билансот на зрачење во системот на земјината атмосфера.



Слика 181. Метеоролошки сателити (современ сателитски состав)

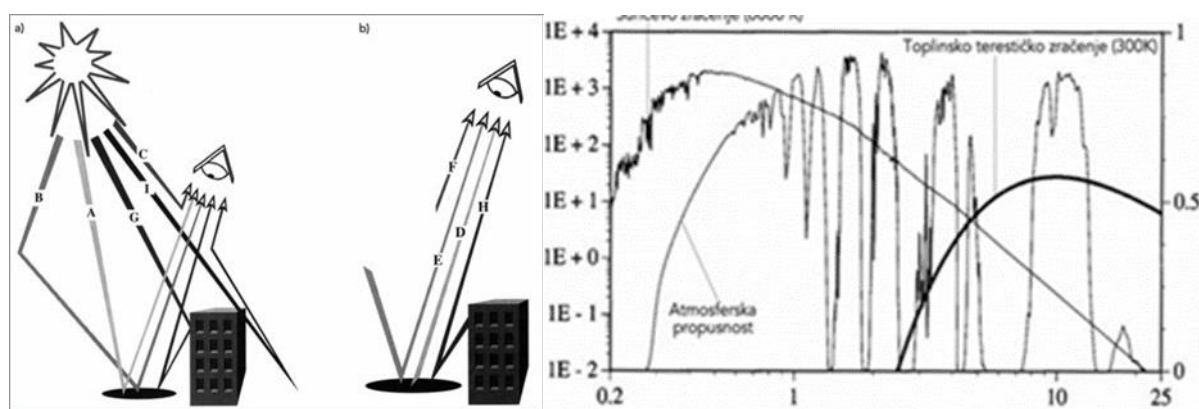


Слика 182. Метеоролошки сателити

Развојот на сателитската метеорологија е сè повеќе прилагодена во правец на автоматска обработка на податоците и испраќање на податоците во дигитален облик.

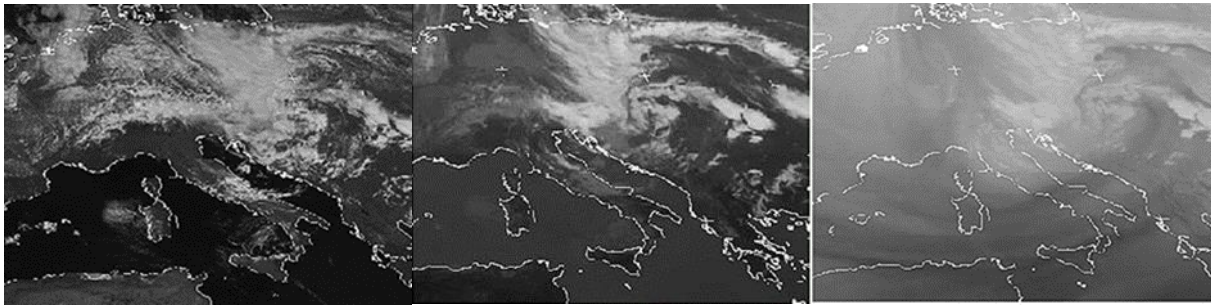
Тоа е и основната причина зошто на сателитите е прикачен телевизиски систем за следење на облаците; веќе се помина на скенерски радиометри.

Во рамките на програмата за глобално истражување на атмосферата, сателитите ќе бидат многу важни за прием и пренос на податоци со балонски сонди, морски бовови и автоматски метеоролошки станици.



Слика 183. Електромагнетни зраци





Слика 184. Сателитска снимка на облаци во видливост (а) инфрацрвено; (б) ит. наречено спектар на водена пареа (ц).

На пример, облациите имаат пониска температура од земјината површина, можат на тој начин да се регистрираат во инфрацрвениот дел на спектарот. Тоа е особено погодно во текот на ноќта кога видливиот дел на спектарот не може да се користи. Спектарот на водена пареа со помош на кој се регистрираат подрачја со голема влажност во атмосферата.

Принципот на работа на сателитот се темели врз радиометриска анализа на сликите кои се регистрирани со помош на мерните инструменти.

Зрачењето кое пристигнува од набљудуваниот објект може да биде со различен дел на електромагнетниот спектар. Извор на тоа зрачење е Сонцето (кратkobраново зрачење) или состав на земјината атмосфера (долгobраново или топлинско зрачење). на површината на мерниот инструмент, изразена во единица време на единица површина по стеридијани  $\{Wm^{-2}sr^{-1}\}$ , може да се разложи на следните компоненти:

$L_E$  –атмосферско долгobраново зрачење рефлектирано од објектот на мерење

$L_G$  –директно сончево зрачење рефлектирано прво на околните објекти, а потоа на објектот кој се мери

$L_H$ –долгobраново на околните објекти рефлектирано на објектите кои се мерат

$L_C$  –распрскано сончево зрачење пристигнато од атмосферата кое не дошло до објектот кој се мери

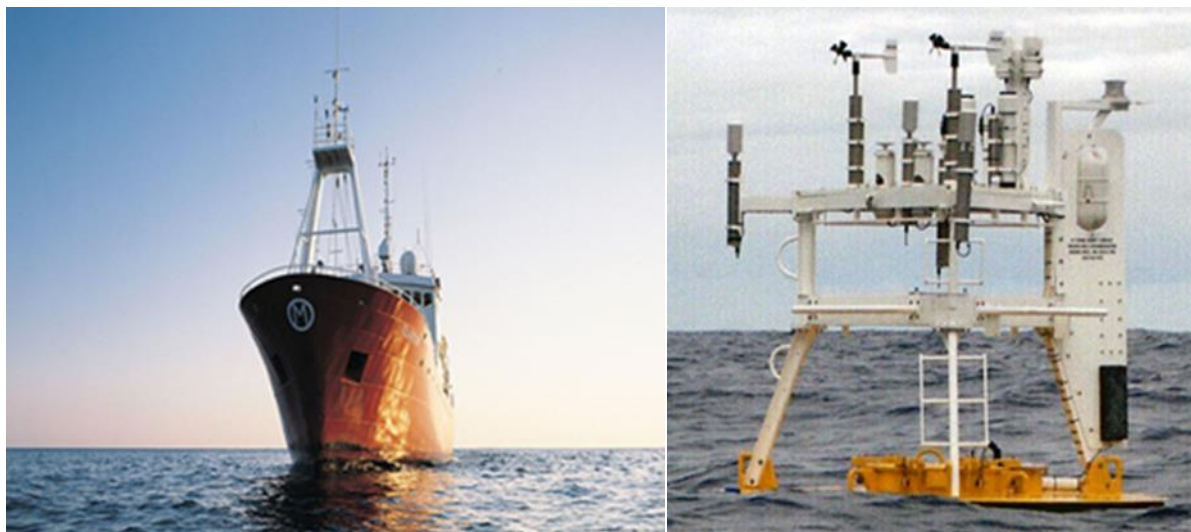
$L_F$  –долгobраново зрачење пристигнато директно од атмосферата

Според тоа, законот за имитување на енергија  $L_T$  во единица време на единица површина по стерадијани на единица длабочина  $l$  [mm], изразена во  $[Wm^{-2}sr^{-1}mm^{-1}]$ , е:  
 $E$  пропорционална величина  $= c_1 l^{-5} [\exp (c_2 / lT) - 1]^{-1}$

$$L_T = c_1 l^{-5} [\exp (c_2 / lT) - 1]^{-1}$$

Каде  $c_1$  и  $c_2$  се константи и  $T$  е апсолутна температура на објектот (подлогата) кој се мери

Големината  $L_T$  е пропорционална величина  $L_D$ .



Слика 18. Метеоролошка станица на брод-Пловни метеоролошки станици

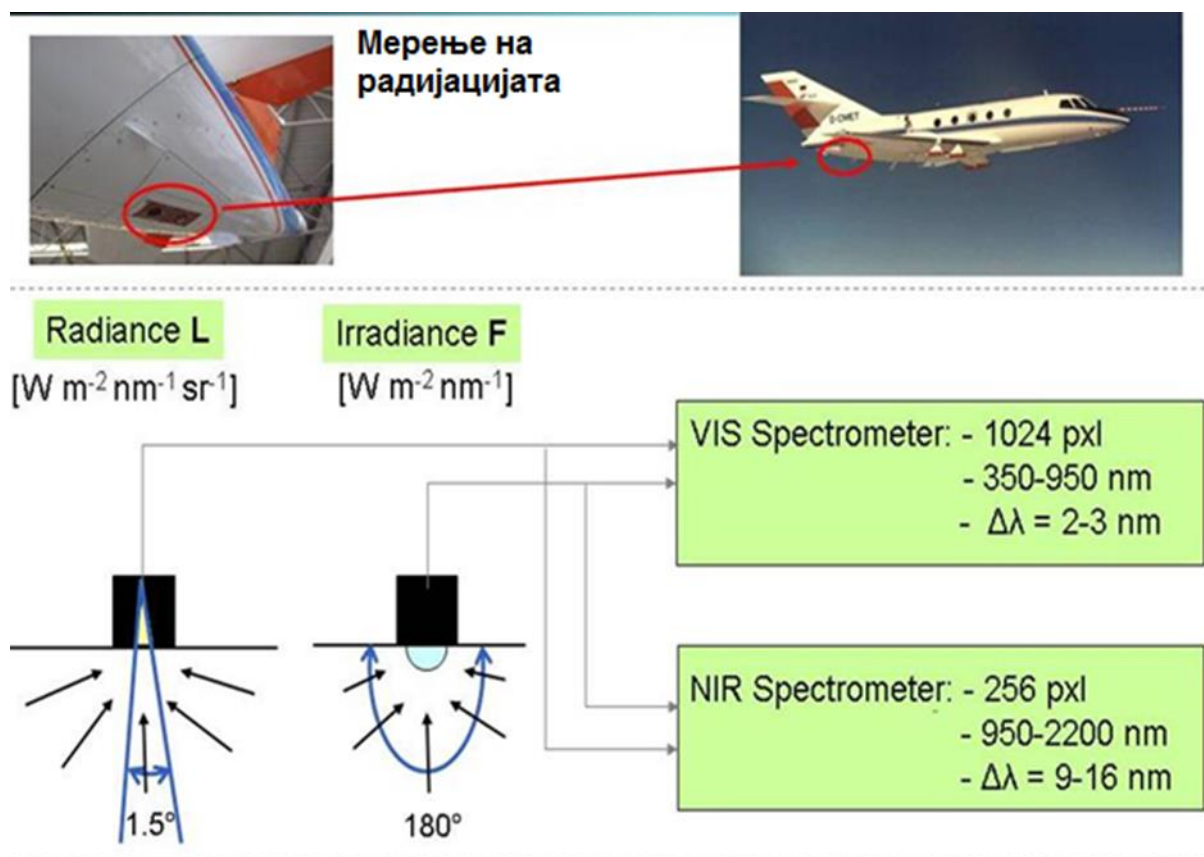
Метеоролошките бови се инструменти кои, исто така, се поставени во морињата, океаните и големите езера. За разлика од бродовите, кај бовите има помалку грешки во мерењето на ветровите во океаните. Во светот постојат повеќе од 1.250 лоцирани бови.

### **Метеоролошки станици на бродови**

Освен на копното, постојат метеоролошки станици и на бродовите. Тие се стационирани во океаните и служат за воздушно набљудување.



Слика-186)-Мерење на метеоролошките параметри со авион



Слика 187. Авионско мерење на радиоактивноста





Слика 188. Композитна шема на комуникација, за метеоролошки податоци

(извор [www.ikonet.com](http://www.ikonet.com))

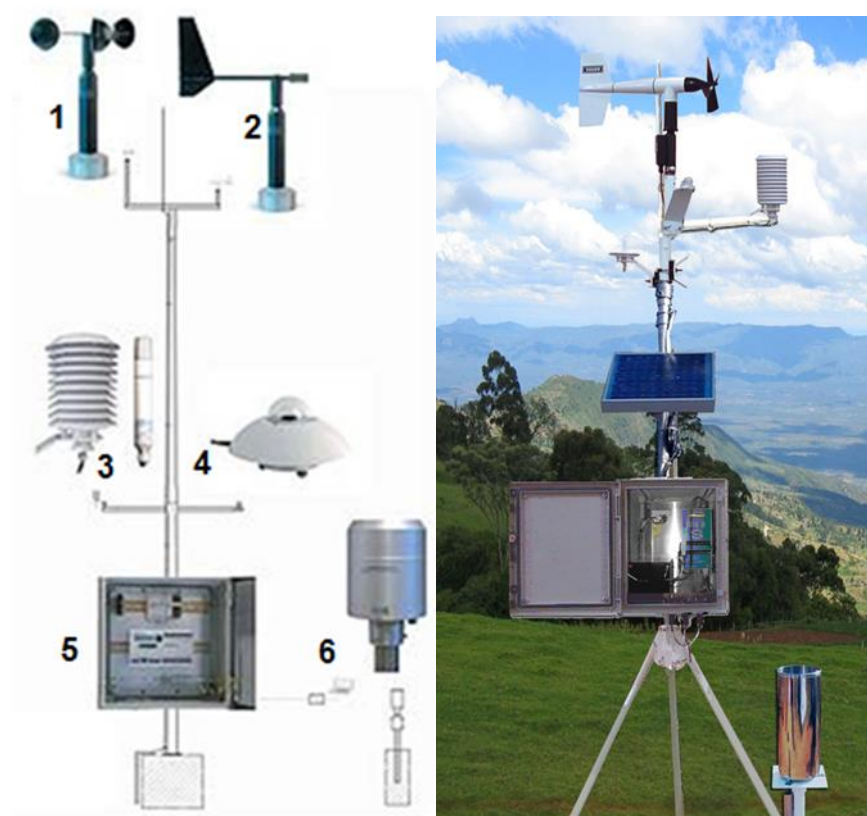
## 86. АВТОМАТСКИ МЕТЕОРОЛОШКИ СТАНИЦИ

Развојот на микро-електрониката најде широка примена во производството на автоматски уреди кои се користат за мерење, забележување и пренос на метеоролошките податоци. Сите овие уреди со заедничко име ги нарекуваме автоматски метеоролошки станици (АМС).

Овие уреди се применуваат заради замена на човечкиот фактор при отчитување на податоците од стандардните метеоролошки станици: забележување на метеоролошките податоци за кратки временски интервали, за забележување на метеоролошките податоци во тешко пристапните места (планински врвови, непреодни шуми итн.), и за забележување на метеоролошки податоци од далечни локации (пустини, ненаселени места, мориња, океани).



Слика 189. Автоматско мерење



Слика 190. Автоматска метеоролошка станица; 1-мерач на брзина на ветерот, 2-мерач на правец на ветерот, 3-мерач на влажност на воздухот, 4-мерач на директно сончево зрачење, 5-централна процесорска единица, 6-мерач на врнежите.

Микроконтролор или CPU (Central Proccesor Unit) - Централната процесорска единица е мозокот на целиот уред, во него се наоѓа сметачка програма, обично пишува во машински програмски јазик, се занимава со читање на сензорите, запишување на нивните вредности во меморијата извршување комуникација на сметачот. Напојувањето може да биде разновидно, во зависност од тоа каде се применува примањето.



Слика 191. Автоматска метеоролошка станица(АМС)

Секако, за оваа станица најповолен случај е кога АМС се наоѓа во урбана средина, па може директно да се приклучи на електричната мрежа. Меѓутоа, и кога таа не е во урбана средина напојувањето не претставува голем проблем, бидејќи тие не се големи потрошувачи на електрична енергија, така да може да се употребат различни батериски напојувања.

Најдобро е да се користи комбинација литиум-јонски акумулаторски батерии и соларни панели за полнење на батериите.

Бидејќи имаат мала електрична моќност, АМС има 1 W, и полесно се доаѓа до проценка дека е доволно да се употреби батерија од неколку Ah (амперчасови). Комуникациски интерфејс преку кој се обезбедува комуникација помеѓу сметачите и АМС, така што може да биде разновиден.

И во овој случај најповолна ситуација е АМС да е поставена во урбана средина каде што е можно да се оствари директна кабловска врска помеѓу сметачите и АМС. Во голем број случаи овие услови не се задоволени, па се користи еден од три безжични комуникации, и тоа:

#### 1-Радио врска

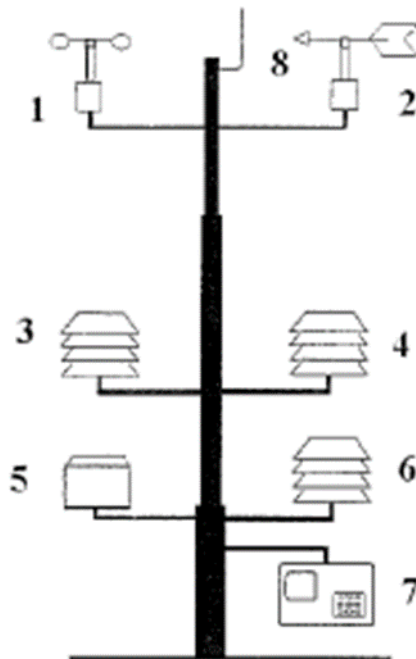
## 2-Целуларна-телефонија

### 3-Мобилна сателитска телефонија,

Локална управувачка единица е повеќе или помалку сложена тестатура помеѓу која овозможува директно управување со АМС. Локална меморија е внатрешна меморија само уредена во која се сместени податоци прочитани од страна на сензорите. Капацитетот на таа меморија е различен, но во случаи на природни мерења често не е потребна да навлезе во вредност од неколку десетици килобајти, бидејќи во толкава меморија можат да се архивираат неколку илјади циклуси на стандардните метеоролошки отчитувања.

Мемориите кои се користат во овие сфери мораат да имаат особини за чување на податоците, во случај на непостојано напојување. Во денешно време ваков тип на меморија е многу достапна, но им е недостаток тоа што имаат мала брзина на одговарање.

Сензори кои се користат кај АМС, споенд принципот на работата претставуваат претворувачи на неелектронски величини во електрични сигнали. Добиените електрични сигнали од сензорите можат да бидат аналогни (струјни, напонски, или фреквентно модулирани) и дигитални.



Слика 192. Автоматска метеоролошка станица, 1-електронски анемометар, 2-електронски покажувач на правецот на ветерот, 3-електронски барометар, 4-електронски хигрометар, 5-електронски термометар, 6-електронски дождемер, 7-кутија непропустива за вода во која се сместени електронските делови (микроконтролор, меморија, комуникациски интерфејс и тастатура), 8-радио антена.



## Автоматски уреди за мерење на температурата

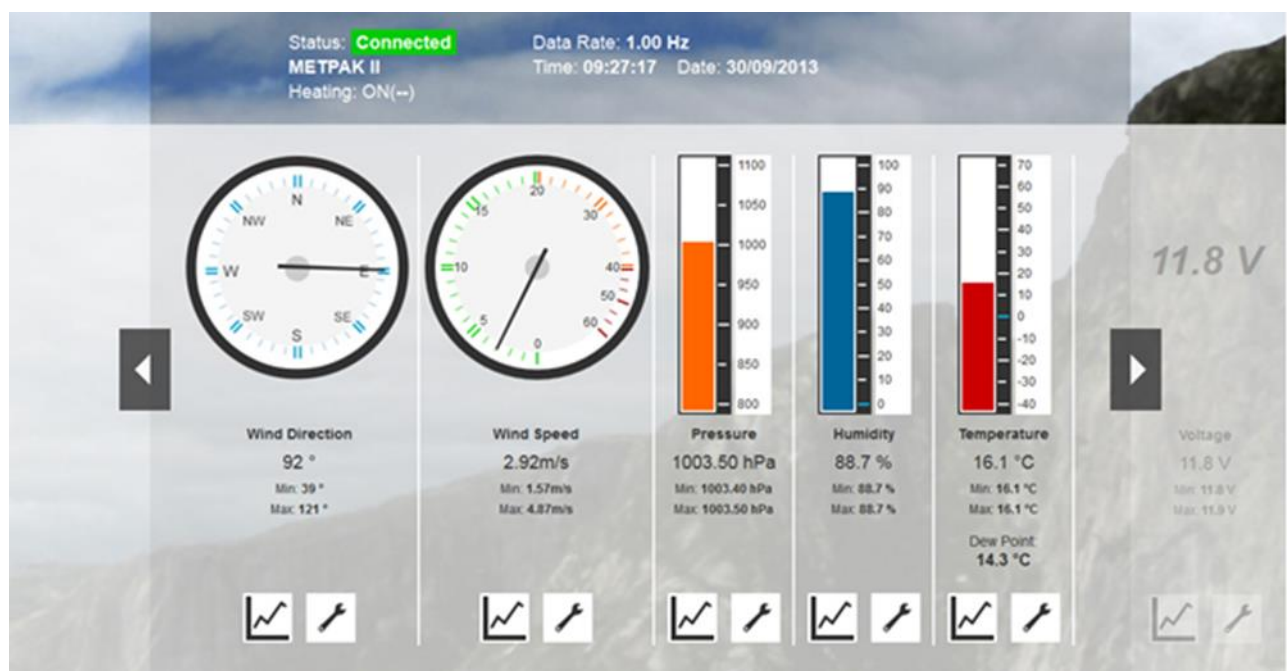
На главните копнени автоматски метеоролошки станици обично се мери: атмосферскиот притисок, правец и брзина на ветерот, температурата на воздухот, влажноста на воздухот и количеството на врнежите. За мерење на овие величини AMC е опремен со известувачки сензори како што е прикажано на сликите.

Електронски хигрометар кој најчесто работи врз принцип на мерење на промени на релативните диелектрични константи на воздухот со промените на влажноста на воздухот.

Електронски термометр е најчест платински термометар или термистор.

Електронски дождемер со кој се мери количеството на паднатиот дожд најчесто помеѓу бројчаникот, уред кои брои колку се пушта (полни и празни).

Електронски барометар најчесто работи врз принцип на дневно електронски ефект. Тој се базира на тоа што на некои кварцни кристали ја имаат таа особина што под дејство на притисокот индуцираат наелектризирање на својата површина чија величина зависи од квантитативните вредности на промената на притисокот.



Слика 193. Електронски мерни инструменти кај автоматските станици

## Автоматски метеоролошки станици

Автоматски временските станици се иднината на метеоролошките набљудувања. Сега тие се доста застапени во метеоролошките станици во целиот свет, па и кај нас, а исто така, ги користат и многу луѓе на кои таквите мерења им се неопходни, или тоа е нивно метеоролошко хоби.

Поимот автоматски метеоролошки станици е склоп од метеоролошки инструменти кои работат автоматски без присуство на човек.

Во зависност од производителот и моделот на метеоролошките станици зависат од тоа колку често податоци се ажурираат, но обично тоа е период од помалку од половина минута. Најголем број на автоматски ажурирања на податоци се од 5 – 15 секунди.



Слика 194. Автоматски станици

Автоматските станици ги мерат сите основни метеоролошки параметри (температурата на воздухот, воздушниот притисок, влажноста на воздухот, брзина на ветерот), додека оние поскапите апарати нудат можност за проширување на бројот на сензорите, а со тоа мерат и повеќе параметри.

Така, освен спомнатите метеоролошки елементи, можете (ако сте во мрежа) да си дозволите и мерење на температурата на земјата, влагата на лисјата, UV и сончевото зрачење, бројот на сончевите часови и др параметри.



Daily summary at 06:00 UTC. (07:23 mean solar time)														
Time interval: 30 days before 2014/03/10														
Date	Temperature (C)			Td Avg (C)	Hr. Avg (%)	Wind (km/h)			Pres. e.lev (Hp)	Prec. (mm)	Tot low		Sun D-1 (h)	Vis Km
	Max	Min	Avg			Dir.	Int.	Gust			Cl Oct	Cl Oct		
03/10	-0.1	-6.4	-3.4	-4.2	95.1	ENE	18.5	68.4	829.8	6.0	8.0	7.0	4.4	10.1
03/09	-0.2	-4.2	-1.9	-2.3	97.9	NE	14.4	50.4	830.6	32.9	8.0	5.0	0.0	3.8
03/08	-1.0	-2.6	-1.8	-2.1	97.9	ENE	12.2	----	828.1	Tr	----	----	0.0	1.4
03/07	-0.8	-2.8	-2.2	-2.4	97.9	NE	10.8	----	823.9	23.1	----	----	0.0	0.5
03/06	-0.1	-4.0	-2.5	-2.9	97.7	ESE	6.8	----	817.3	9.0	7.2	8.0	0.0	10.3
03/05	3.0	-5.2	-0.7	-1.4	93.9	SE	12.2	----	810.0	7.7	----	6.8	4.8	6.8
03/04	0.1	-5.3	-2.1	-2.7	95.8	ESE	10.8	----	809.0	0.0	6.9	5.7	3.4	12.6
03/03	-0.8	-4.1	-2.4	-2.8	98.1	SE	10.4	----	809.7	15.1	7.8	----	0.0	7.8
03/02	0.5	-2.9	-1.3	-1.9	95.3	SSE	15.8	43.2	813.8	5.5	8.0	7.0	2.7	12.6
03/01	1.6	-4.0	-2.2	-2.5	98.2	SSW	15.3	39.6	820.5	4.0	7.2	7.3	0.2	7.7

ка-

195)-Податоци од AMC

Во зависност од моделот на станицата, преносот на податоците можат да бидат жични или безжични. Но, мора да се има на ум дека реалната можност за поголемо растојание помеѓу предавателот и приемникот во урбаните средини е помал (на пример, ако производителот напишал 50 метри, тоа во урбана средина е околу 30 метри).



Слика 196. Далечински автоматски временски станици

Делови од автоматските временски станици:

- Сензорски единици (pluviometer, meteometer, термо-hygro сензор)
- Базна конзола, на екранот која врши прием на податоци прикажување и дистрибуција до компјутерот (да се добијат податоци, прикажување и дистрибуција на компјутер)

- Компјутерски софтвер

- Сите дополнителни сензори или антенени да се зголеми сигналот

#### За кои цели се користат АМС

Автоматската станица може да се користи за различни цели. Прво, тие се лоцирани на места каде треба да обезбедат метеоролошки податоци, кои со дополнителна обработка можат да се користат за климатолошки анализи, како што се: климатолошки анализи, прогноза на времето, земјоделска прогноза и прогноза на појава на штетници кај растенијата, процена на условите за одржување на некој спортски натпревар или концерт на отворено и слично. Од овој пример лесно може да се заклучи дека автоматските метеоролошки станици се најпотребни во метеорологијата, потоа во земјоделството, спортот и во туризмот.

#### Како да се постави АМС и кои услови се потребни

Метеоролошките станици треба да се поставени во согласност со стандардите поставени од страна на СМО (Светска метеоролошка организација). Овие стандарди бараат температурата и влажноста на воздухот да се мери на два метра висина над тревната површина што пооддалечено од бетон, асфалт, сид во метеоролошка куќичка која може да биде дрвена, а се препорачува и пластична.

Врнежите треба да се мерат на локација која не е попречено од некој објект или дрво. Значи, што повеќе под отворено небо толку попрецизно мерење. Кога станува збор за воздушен притисок сеедно е каде мерите. Доколку барометарот, сензорот се наоѓа во некој објект, реакцијата на промената на притисокот е нешто побавна во однос на отворен простор преку 90% станици, притисокот го мерат во затворен простор, бидејќи сензорите за притисок се во самата база.

Правецот и брзината на ветерот се мери на висина од 10 метри, што е минимална висина доколку сакате мерењето да биде точно. Во одредени околности (во случај да има некој повисок објект) анемометарот може да се постави и на повисока висина над земјиштето, односно на покривот на објектот.

Од оваа причина е пожелно да се има АМС со безжичен пренос на податоците. Станиците кој преносот на податоци го вршат со помош на кабли, можат да се модифицираат и да се постават според стандартите на неговото продолжување, а со тоа се постигнува и посигурен пренос на податоците.



Слика 197. Автоматските метеоролошки состави (АМС)

#### Општи информации за автоматските метеоролошки состави

Автоматските метеоролошки состави (АМС) ги обединува потребите за извршување на мерењата, записите и преносот на податоците за мерење на основните метеоролошки елементи на основните метеоролошки станици и мрежи на места кои за човекот не се погодни или недостапни, во зависност од потребите на службата и посебните барања на корисникот.

Како што е сè поголема потребата од метеоролошките податоци во вистинско време, метеоролошките служби се трудат постепено за модернизација на мерењата со воведување на автоматски метеоролошки состави. Но, поради сложеноста за изведување на автоматски мерења на метеоролошките појави, сепак повеќето од овие набљудувања ги врши набљудувач, иако нивниот број постојано се намалува поради развојот и примената на современи мерни состави.

Автоматизацијата, како дел од модернизацијата на службените метеоролошки набљудувања (мерење и набљудување), дојде до многу брз развој на мерните техники (50-тите години на 20. век), електрониката и телекомуникациите (60-тите и 70-тите години), а особено развојот на микропроцесорска технологија и информатика (80-тите и 90-тите години на минатиот век). Особена важност автоматизацијата има добиено благодарение на наглото зголемување на интересот за метеорологија. Брзото ширење и нејзината примена во сите сфери на човечкиот живот и многу активности.

Искуството покажува дека кон модернизацијата на метеоролошките набљудувања треба да се пристапува постепено и прописно. СМО треба да го задржи единството на набљудувањата и мерењата. Во исто време е потребно да се задржи одреден број станици што е класичен (конвенционални) метод на мерење со цел да се задржи континуитетот низ вековите на метеоролошката серија, која е упатство за сите метеоролошки услуги, но исто така, да се контролира трудот и подобрувањето на постоечките автоматски метеоролошки состави.

Сите мерени и набљудувани податоци треба да бидат што порано, т. е. правовремено на располагање за временската прогноза, предупредување и останати оперативни дејности.

Сите мерни и набљудувани податоци добиени од набљудувачите треба да бидат внесени во станиците, што порано пренесени на контрола и обработка за потребите за следење на времето и климата.

#### ОСНОВНА МЕРНА КОНФИГУРАЦИЈА

- Брзина и правец на ветерот
- Температура на воздухот
- Релативна влажност
- Воздушен притисок
- Количина на врнежи (скали, тежина, оптички)

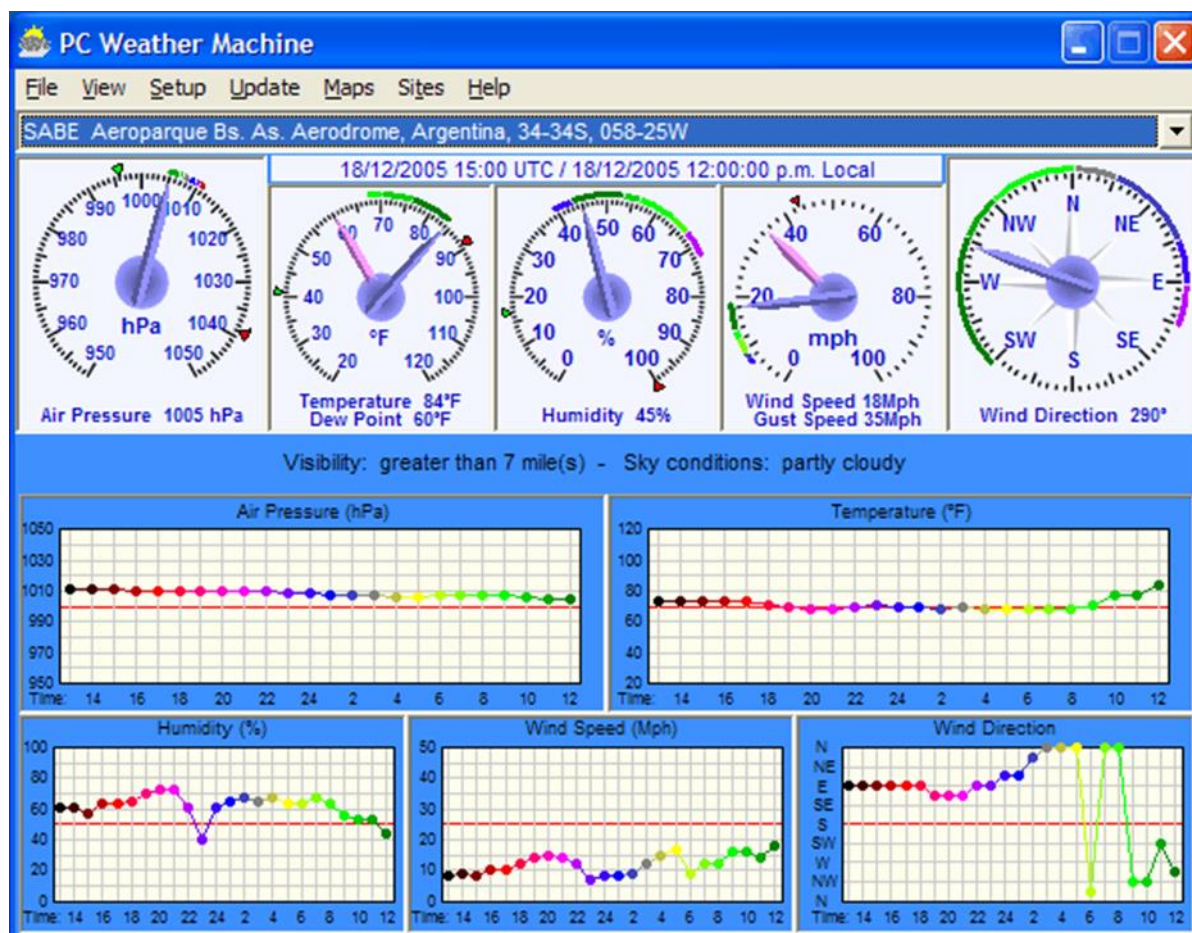
#### ДОПОЛНИТЕЛНА МЕРНА КОНФИГУРАЦИЈА

- Времетраење на сончевото зрачење
- Глобалното зрачење
- Температурата на воздухот над 5 cm над земјата
- Температурата на земјата на стандардна длабочина
- Температурата на водата
- Останати компоненти на сончевото зрачење
- УВЕ зрачење

#### ДОПОЛНИТЕЛНА МЕРНА КОНФИГУРАЦИЈА

- Испарување на слободната водена површина
- Видливост
- Видот и интензитетот на врнежите
- Снег
- Состојба на земјата
- Висина на облакот
- Видливост, состојба на земјата, количина на наобаченост (систем камера)





Слика 198. Електроски преглед на податоците

За имплементација на поставените задачи за модернизирање е потребно:

Поставување на ГМП автоматски метеоролошки состави кои истовремено служат за мерење и запис на податоците на тој состав; тие се набљудувачи за внесување на сите податоци на мерење и набљудување во оригинален облик, поврзан со комуникациски модел (телефон, ГСМ, ГПРС ) за постојан (најдобро е на секој час) пренос на податоците.

Основен услов за воспоставување на автоматски метеоролошки состав на ГМП е:

Придржување на распоредот на поставените досегашни класични инструменти и продолжување со мерењата со истите што се во станицата за двата вида на мерни состави. Тоа посебно се однесува на одржување на хомеогеноста на низата на податоци од досегашните мерења, наспроти новопоставените и воспоставување нивни врски во случај да се стави крај на употребата на класичните инструменти, а да останат во употреба само автоматските мерни состави.

Поради овие причини е неопходно одредено време исти мерни елементи да мерат и на двата начина досегашни – класични и нови – автоматски (електронски). Прва препорака на СМО од 1989 година WMO (Word Meteorogigal organization) No. 488;

Guide of Global Observing System, точка 3.2.1.4.4.4(c), кога искуствата во разликата за податоците за мерење на наведените состави била многу скромна, е наведено следново:

„Една година паралелни мерења не е доволна, три години се минимум, а пет е најприфатливо“.

Денес во однос на долготрањето добивање на податоци од двата система и развојот на електронските мерни компоненти, општите препораки за споредни мерења се следниве:

Брзината и правецот на ветерот 1 година; температурата на воздухот (водата, земјата), релативната влажност, воздушниот притисок, траењето на сончевите зраци, испарувањето - 2 години;

Врнежи (мерење на дождот): 3 – 5 години.

Но, компромисно решение од 2 години за целокупниот мерен состав со наведените мерни елементи е заедничко, а тоа значи дека мерните состави заедно работат во сите сезони во два циклуса. Одлуката за должината на паралелни мерења зависи од положбата, т.е. од климатското подрачје и обликот на теренот.

### Калибрација

Основна задача на метеоролошките служби се мерења и внимавање на метеоролошките елементи според одредени прописи на СМО, кои се еден од условите за постојани и единствени квалитетни податоци. Друг услов е сензорите и мерењата да бидат во согласност со одредбите на Законот за метеорологија и активности:

Сите технички средства, инструменти, опрема и објекти кои се користат како законски мерила морат да бидат тестирани и одобрени во согласност со прописите со кои се регулираат метреролошките активности, закони и прописи со кои се регулира областа на тестирање и калибрација и исто така, обележани дефинирани знаци за сообразност. Основни метеоролошки барања со кои се обезбедува потребната техничка исправност на мерилата и точноста се:

Употребување на умерени мерила со соодветна ознака и инструмент (извештај од калибрација) со кои се запишува големината на грешките, дел од нив на кои се извршува поправка (или корекција) и датум на извршување на калибрацијата.

Овој документ треба да го издаде установата во која е извршена калибрацијата на инструментот. Целта на поправката, корекцијата на инструментот е да се прочитаат вредностите од некој инструмент кој е исправен (коригиран) и да се добијат вистински (реални) вредности на елементите засегнати од повторното влегување на калибрација во криви во обработка на компонента на системот за мерење;

Одржување на стандардите во техничка состојба која ја осигурува точноста на мерењата;

Употреба на мерила во согласност со нивната намена и водење на евиденција за одржување и калибрација.

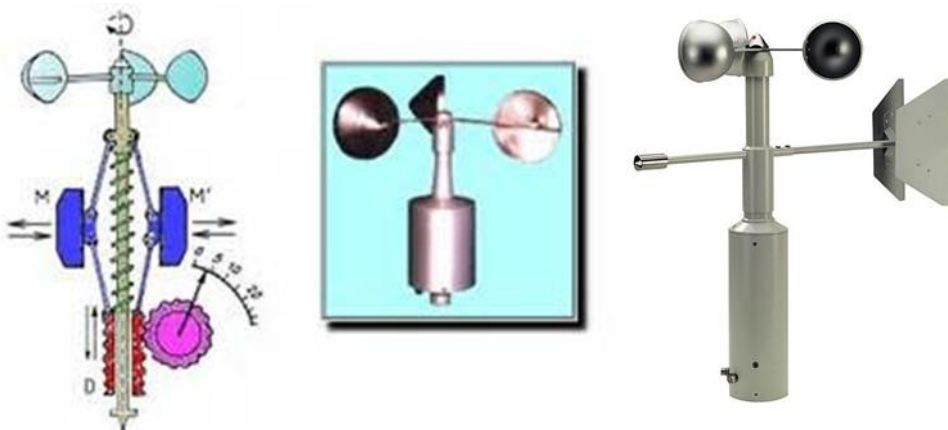


Пред поставувањето на мерниот уред во станицата треба да се провери неговиот мерен статус, а тоа се прави кога новите инструменти доаѓаат од добавувачот како и по поправката.

Редовно калибрирање (одредување на еднаквоста на односите помеѓу вредностите покажани од мерилото и познатите вредности во физичка величина) мерачот во мрежата на главната метеоролошка служба треба да врши најмалку една до две години што повеќе видови на инструменти.

Понатаму, мерните инструменти можат повремено и контролно да се испитуваат (контрола на умерениот уред) на место каде што може да се врши редовна контрола, или кога се мисли дека не е исправен уредот.

Тоа може да го изведува и овластен сервисер, но тој податок може да даде само проценка на моменталниот статус на мерниот состав и да влијае врз одлуката на тоа дали:



Слика 199. Ознака од овластена лабораторија за калибрација за калибриран инструмент

- да се остави уредот да работи
- сервисирањето и калибрирањето да се изведе и тогаш да се врати уредот за редовна работа;
- заменување со нов и веќе калибриран уред
- одржување на способноста за мерње

Константноста на мерењата и исправноста на податоците добиени од мерењето бараат квалитетно одржување на мерните способности (во секој случај да работат метеоролошки, мерни и технички споед сите прописи и норми). Тоа значи за квалитетни метеоролошки податоци единствена важна постапка е изборот и воспоставувањето на мерниот состав, како и целогодишниот континуитет на мерења и негово одржување.

Всушност, најважно во системот на одржување е:

Што порано да се воочи недостатокот во работењето на мерниот состав, а тоа се особено важни улоги на набљудувачот и кадарот на службата која е задолжена за контрола на квалитетот на податоците добиени од мерењата.

Локациите на набљудувачите како и мерните уреди треба редовно да се одржуваат и да се проверува од страна на пропишаната служба и препорачаните производители.

## ТЕХНИЧКИ ЕДИНИЦИ НА АВТОМАТСКИОТ МЕТЕОРОЛОШКИ СОСТАВ

Автоматски метеоролошки состави кои се користат во главните метеоролошки станици се состојат од три технички-работни единици:

- **Управувачко-процесорска;**
- **Мерна;**
- **Комуникациска.**

### Управувачко-процесорска единица

Основни карактеристики на управувачко-процесорската единица се:

- Посебни надворешни куќички (работни температури од - 35° до +50°C) со постоење на пренапонска заштита и верзија на одвоеност на процесорските единици и сметач.
- Напојување од 220 V/24 V/12 V со можност на потполна самостојност на поедини делови во односот на напојување (соларни панели и херметички, оловна киселина, гел акумулатори и придружни додатоци)
- Основната процесорска единица со компјутерот кој управува и поврзува поединечни делови на мерниот состав овозможува комуникација со компјутерот, додека аналогната процесорска единица служи за мерење аналогни сигнали од сензорот.
- Процесорската единица поврзана со електронски саат со која се управува директно и телеметриски, запис за 10-минутен податок од мерењето (по службено време-СЕВ или локално) на нејзината внатрешна меморија, со капацитет од најмалку 15 дена.
- Преносот на испитаните мерни податоци (RS232, RS485, оптички кабел, радио врска) се ставаат на посебен компјутер.
- Сервисната модемска комуникација (телефон, GSM, GPRS, сателит) според надворешниот корисник на податоци од мерниот состав со припадност на програмска поддршка.
- Микропроцесорската технологија применета во автоматскиот метеоролошки состав претставува пресметувач во техничка смисла, затоа што е програмска поддршка за управување процесорски (земање мостри, просек и архивирање на податоци) мерења потполно прилагодени според потребите на корисникот.
- Основна задача во процесирањето е временската база за земање мостри (1 s и 1 min) и средување (1 min и 60 min) на податоците кои се мерени за сите излезни параметри на секој сензор.

Сите измерени или пресметани параметри во погоден временски интервал со даден период на програмирање се чуваат во локалната меморија, од каде што со

телеметричка врска на компјутерот се пренесуваат во главниот центар, или посебно се читаат во локалната меморија на компјутерот (т.е. читач на податоци).

Основни залагања во поглед на испитаните податоци се следниве:

Не е дозволено таканареченото филтрирање на испитаните податоци од мерењето што се подразбира дека е податок кој не е во границите заснован врз видот на податок, го одбива и замнеува со следниот или потполно го одбива.

Во првиот случај не можат да се видат аномалиите и нерегуларностите („врвови“ - неправилни отстапувања) во работата на сензорот, кои можат да бидат последица од неисправност на уредот или од атмосферски или електрични влијанија, но можат да бидат и точни податоци. Во другиот случај нема воопшто 10-минутен интервал, тие се сите оние податоци што се изгубени, а сите наведени причини за таквата состојба непознати.

За потребата од преработка во 10-минутен интервал е потребно да се имаат сите испитани податоци, т. е. 600 секундни податоци на мерниот елемент, додека недостасува еден испитан податок, нема да биде припадник на 10-минутниот интервал.

Секој производител е системско-процесорски пред уредување на мерениот (испитан) податок, решен спрема своите алогоритми кои превентивно вклучуваат филтрирање со замена или отфрлање на непотребниот податок, а според тоа и намалување на потребниот број испитани податоци за потребите за последниот интервал на средување.

Производителот на тој начин покажува сигурност на својот производ (мал број на нерегуларности во работата на мерниот состав и голем број на запишани интервали), но на тој начин метеоролошката служба во повеќето случаи нема вистински надзор над своите мерења.



Слика 200. Управувачко-процесорска единица а) Надворешни перформанси б) Внатрешн изглед (со компјутер)

Корисникот на такви мерни состави нема никакво познавање за начинот на преттретман и нема можност за систематски промени.

Со оглед на тоа дека мерната-процесорска единица има сериска врска со комуникацискиот компјутер, која е дадена со следното барање:

Запис на компјутерот на сите испитани податоци од мерењата за сите мерни елементи и тоа во термин од секунда по зададени протоколи.

### Мерна (сензорска) единица

Основни карактеристики на мерната (сензорска) единица се:

Сензори (уред за мерење; електронско-дигитални инструменти) за сите потребни мерни елементи кои се предвидени во мерната конфигурација. Точност, осетливост и прилагодливост за екстремни услови се посебно важни карактеристики.

Мерниот опсег мора да биде во согласност со досегашните мерења. Временскиот одзив од 1 секунда до 1 минута е неопходен за задоволување на сите барања за мерења во кратки временски периоди.

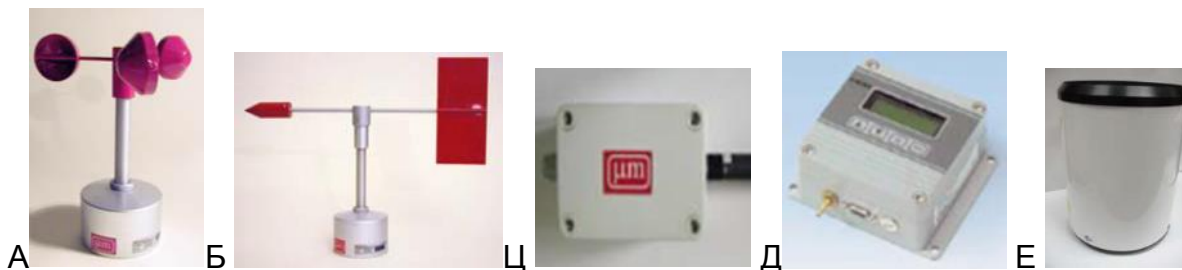
Точноста во мерењето ги осигурува запишаните криви за мерењата за секој сензор.

Видовите на сензори кои можат да бидат приклучени на централната единица на мерниот состав се:

- Импулсни стандардни сензори;
- Аналогни (напонски, струјни) сензори

Интелегентни (дигитално-статусни) сензори кои на барање на мерниот состав праќаат сервиска комуникација (кабел или телеметрија), измерени податоци и статус на сензорот.

Временска база за земање мостри (1s i 1min) и средување (1min i 60min) податоци од мерењата вреди за сите излезни, па и на секој сензор. Сите измерени или пресметани параметри со припаден временски интервал во даден период на програмирање се зачувани на локалната меморија.



Слика 201. Основните 5 видови сензори за брзина на ветер – А, правец на ветер – Б, Температура и релативна валжност на воздухот – Ц, воздушен притисок – Д, количина на врнежи – Е

### Комуникациска единица

Основните карактеристики на комуникациската единица се:

- внатрешен комуникациски модул (со процесорски модул) за пренос на испитани податоци од мерењата (RS232, RS485, оптички кабел, радио врска) на посебен компјутер
- модемски модул (телефон, GSM, GPRS) според програмска поддршка за циклично избирање на мерниот состав и архивирање на пренесените податоци и посебна сервисна комуникација која овозможува сервисна функција на контролата и промена на статусот за работа на мерниот состав.



Слика 202. Видови на комуникациски модули - надворешен dial-up модем, GSM модул и придружните интерфејс и GPRS модули

### Програмска поддршка за мерниот состав во станицата

Автоматските метеоролошки состави со сите електронски компоненти мораат да имаат потребни програмски поддршки кои управуваат со сите компоненти на составот. Тоа е поделено на процесорско-комуникациски и комуникациски приказ. Првата ги одредува сите работни услови и начини на работа на мерниот состав, додека втората овозможува комуникација со корисникот и овозможува преглед на сите мерни податоци.

Комуникациски мерен состав-компјутер и запис на мерените податоци

Основните карактеристики на соодветните програмски поддршки Monitor ili MMC (Слика 203) се:

- поставување и читање на сите основни параметри на мерниот систем
- спроведување на внатрешната комуникација (со обработка модул) за пренос на примерокот податоци од мерењата (RS232, RS485, радио линк) на вашиот PC

- Управување на сите статуси на внатрешниот часовник, локалната меморија и испитните мерни податоци.



Слика 203. Приказ по избор за работата на Monitor и MMC

Посебно е важен начинот на запишување на податоците, затоа што податоците постојано мораат да бидат на располагање директно во станицата како и на надворешниот корисник по пат на комуникацискиот модул, а мораат да бидат во станицата посебно архивирани.

Записот на податоците се врши во ASCII и XML формат, и тоа во рок од 1 секунда или 1 минута и за средување се потребни 10 минути за податоци на најмалку две независни локации на компјутерот во облик на дневни или месечни датотеки.

Посебно барање на запишувањето на податоците се запишуваат во интервал од 10 минути податокот мерен од сите мерни елементи и се врши со точки: прописи за видот, количини и начинот на запишување на мерните податоци „од документот“

Технички барања за микропроцесорски анемографи и автоматски метеоролошки состави во основната мрежа на станицата за Државниот хидрометеоролошки завод.

Испитаните податоци од мерењата (1s -1min) се запишани во форма на ДНЕВНИ ДАТОТЕКИ (големина 1 – 10 Mb) чие име се создава од следнава дефиниција:

**Табела 21. Дневна датотека**

Име на датотеката								Излез		
1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3
P1	P	P	P	P	s	e	c	D	D	M
	2	3	4	5						

P1P2P3P4P5 = првите пет букви од името на станицата за останатите три места е ознаката - сек.

DD = ден;

M = месец; јануари — септември = 1 - 9

Октомври = A

Ноември = B



Декември = С:

Приказ на запишаните податоци со основните мерни елементи-испитани (секундарно):

123601000503540186003400590000  
123602000503540186003400590000  
123603000403540186003400590000  
123604000503430186003400590000  
123605000503260186003400590000  
123606000503210186003400590000  
123607000603540186003400590000  
123608000803380186003400590000  
123609001103430186003400590000  
123610001403260186003400590000  
123611001503260186003400590000  
123612001703430186003400590000  
123613001803380186003400590000  
123614001703490186003400590000  
123615001603490186003400590000

Првите шест колони се податоци за време (час, минути, секунди), а потоа следуваат соодветните податоци на мерните елементи.

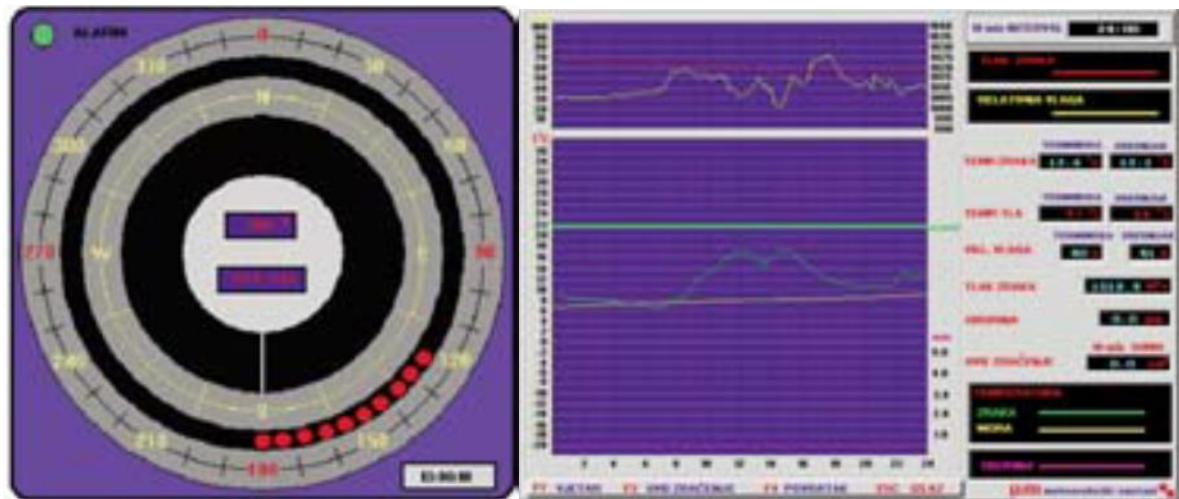
Записот на испитаните податоци и просечни податоци се спроведува според прописите на (прописи за видот, количини и начинот на запишување на мерните податоци од документот) технички барања за микропроцесорски анемографи и автоматски метеоролошки состави во основната мрежа на станицата за Државниот хидрометеоролошки завод.

Графички – нумерички приказ на податоците од мерењата

Програмската поддршка на *WMM* и *ARM* овозможува приказ на измерени податоци на мониторот на компјутерот од мерниот состав, графички и нумерички. На сликата се прикажува следново:

Моментални измерени податоци – нумерички  
Просечни 10-минутни – нумерички и графички  
Термински податоци во интервал на просек – нумерички  
На секој час или дополнително – нумерички  
Во секојдневно време и дополнително – нумерички  
Можност за локален преглед на архивата со измерени податоци и други графички пораки.

Посебно е овозможено одредени слики, како и резултати од циклични мерења, да се појавуваат на мониторот според траењето и редослед според претходно дефинирани постапки. На тој начин е овозможено набљудувачот моментално да ги види податоците, просечни податоци во реално време, но и по потреба можат да се врати наназад.



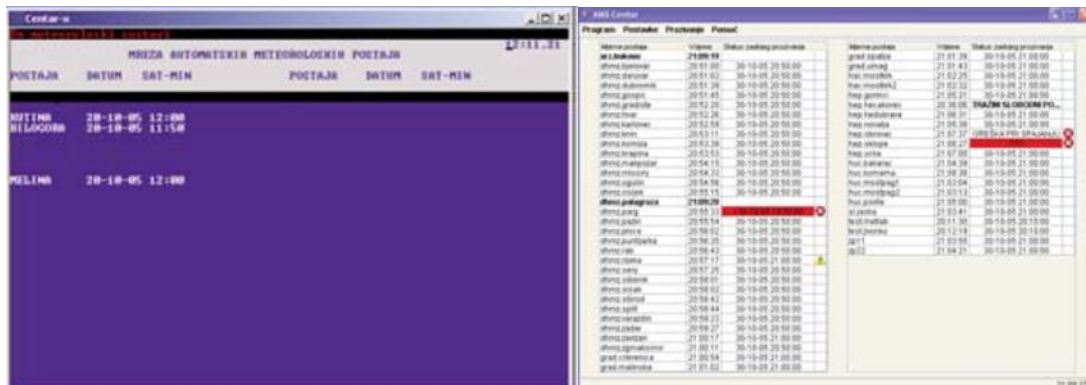
Слика 204. Програми WMM i ARM – некои од избраните графички и нумерички прикази од податоци – испитани и средени

## Приказ на моменталните измерени податоци

- Приказ на моменталната дата и час
- Приказ на средниот просек
- Промена на датата и часот
- Промени на моменталниот среден просек
- Посебна синхронизација на времето
- Посебен пренос на податоците од локалната меморија
- Посебна иницијализација на локалната меморија
- Пренос на податоците од локалната меморија

### Овие избрени можности се потребни поради:

- Потребите на службата и корисниците за моменталните измерени податоци за одредена станица
- Контрола на работата на сите мерни уреди во случај на пронаоѓање грешки и пренесени податоци
- Преглед на комплетната комуникација и мерниот состав во случај на прекин и пренос или неисправност на мерниот состав.



Слика 205. Приказ на работата на Центарот

### Далечинско прибирање на мерените податоци

Мерените податоци (во 10-минутен интервал) од автоматските метеоролошки состави се префрлуваат по пат на веќе неведената (самостојна телефонска линија, GSM или GPRS) врска.

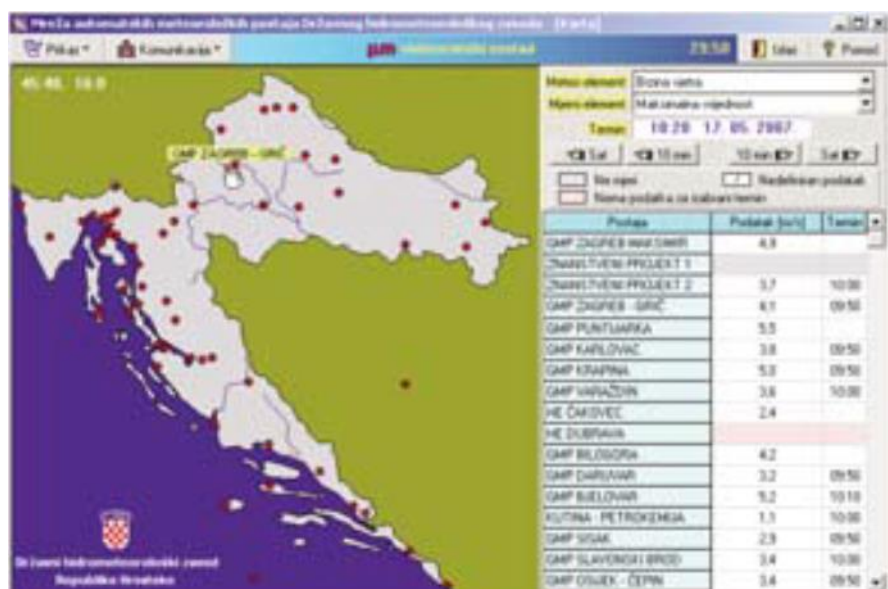
### Прегледувач на измерените податоци

МВ Преглед е програма која е можна преку телефон, GSM врска и интернет мрежа да се прегледуваат измерените податоци кои се измерени во автоматските метеоролошки станици на Државниот хидрометеоролошки завод и во размер од тековниот час па сè до 4 часа наназад.

Измерените податоци се во облик од 10-минутен интервал за сите мерни елементи кои постануваат мери, а се покажува како терминска, средна, минимална, максимална вредност на сума од тоа интервалско мерење.

Посебно треба да се напомене дека податоците можат да се користат само за информативни потреби на корисникот, затоа што не се верифицирани, т. е. ги немаат поминато сите пропишани контроли.

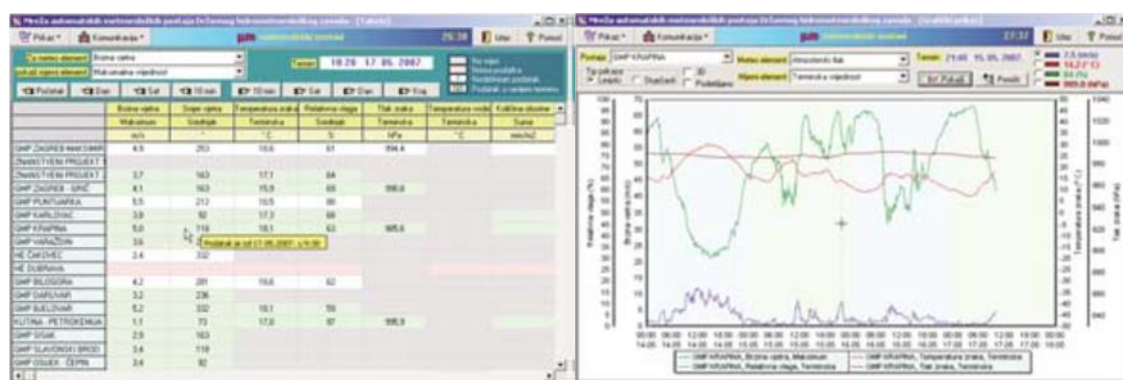
Програмата во потполност е поддржана од Windows оперативен ситем, а само му е ограничена резолуцијата на мониторот која минимално треба да биде 800 x 600. Прегледот за корисникот е достапен на следниот начин:



Слика 206. Mb-преглед: основен приказ (карта и маса)

Програмата работи само со присуство на заштитното коло „dongla“

Секој пристап во базата е регистриран, значи секој корисник носи одговорност за преминување на своите дозволени прегледи на податоците.



Слика 207. А) Mb преглед – табеларен приказ; Б)-Mb преглед – графички приказ

Изборот на приказ на картата е основна слика на програмата и таа овозможува активен преглед на најновите податоци табеларно, картата е активна за преглед на податоците во станицата постојано како и сите мерни податоци од последното мерење па сè до 4 дена наназад, но по сите мерни елементи.

Изборот приказ на табелата е втора слика од програмата; таа овозможува активен преглед на најновите податоци табеларно, но во овој случај корисникот има комплетен преглед на сите метео-податоци за сите станици за кој било термин во последните 4 дена.

Изборот на прикажување графички на сликата на програмата и таа овозможува активен графички преглед на четири исти или различни мерни елементи за последните 4 дена табеларно, но во овој случај корисникот има можност за активно движење по графиконот или избор на мали делови од графата (300 м) со која може детално да се прегледат тие податоци или тренд на метеоролошки параметри.

## **Мерење на брзина и насока на ветер**

Со оглед на тоа дека ветерот е векторска величина која ја одредуваат брзината и насоката, тоа подразбира и напоредно и истовремено мерење и запис на податоци на двете величини, а вообичаено се однесува само на хоризонталната компонента на движењето на воздухот. Сите општи дефиниции и прописи важат и за мерењето на брзината и насоката на ветерот со помош на автоматските метеоролошки состави, а некои од нив се:

Стандардна изложеност на сензорот за мерење на брзината и насоката на ветерот на рамен отворен терен е 10 метри над земјата и тоа на самостоен столб или покрив на зграда. Отворениот простор е дефиниран како подрачје на која оддалеченоста помеѓу анемометарот (сензорот на анемометарот) и која било пречка најмалку 10 m висина на таа препрека со напомена дека е тоа апсолутен минимум.

2.Оптимална локација е онаа локација на која мерната брзина и насоката на ветерот најдобро го претставуваат ветерот над подрачјето од барем неколку километри. Таму каде што е невозможно стандардното изложување, сензорот на анемографот може да биде поставен на таква висина на која на неговите мерења битно не влијаат локалните пречки и која претставува што е повеќе можно ветер каков би бил на висина од 10 m и да нема пречки во близина.

3.Посебно внимание мора да се посвети на заштита на опремата од насобирање на снег и лед. Во зависност од локалитетот, треба да се осигури некој вид за умерено загревање на испакнатите делови на сензорот.

4.При поставување на сензорот основно е да се постави хоризонтално и да се насочи кон север (или само сензорот или двата сензора во зависност од моделот на сензорот). Како ознака за насоката на ветерот се зема онаа страна на светот од каде што ветерот дува, а вредноста на аголот е, од север, и тоа во правец на стрелките на часовникот, од 0-360°.

## **Видови на сензори**

Стандарден импулсен, а со тоа и дигитален сензор за брзината на ветерот (полутопка) и насоката на ветерот, и постоечката електроника, се приклучени сигналниот кабел или процесорскиот модул со радио уред на централната процесорска единица на мерниот состав. Начинот на работа е оптоелектронски.

Брзината на ветерот (претворени пат на честичките на воздухот во единица време) е изразена во m/sec.

Сензорот за брзина (анемометар, ветерометар) се состои надворешно од вертикални осовини со три симетрично прицврстени шупливи полутопки (Робинзонов крст). Одвнатре во кукиштето на истата осовина се наоѓа и назабен диск и постоечки извор на инфрацрвено (ИЦ) светло и останата електроника.

Ротацијата на осовините предизвикана од ветерот и назабениот диск го пресекува изворот на ИЦ светла со одредена фреквенција која генерира импулси на фототранзисторите кои се пропорционални на брзината на ветерот. Под насока на ветерот се подразбира страната на светот од која дува ветер, а изразен е на скалата од 0-360°.

Сензорот за насоката се состои однадвор од вертикални осовини на кои се наоѓа прицврстена хоризонтална осовина, која на едната страна има стрелка, а на другата вертикална плочка; сензорот мора да биде насочен спрема географскиот север (на кукиштето се наоѓа насока означена со стрелка).

**Табела 22. Технички карактеристики на брзината и правецот на ветерот**

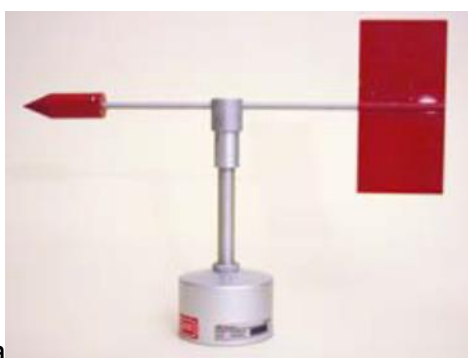
Внатрешноста на кукиштето се наоѓа на иста осовина и перфориран (Греј код) диск кој го пресекува изворот на ИЦ светлина помеѓу фотодиодите и фототранзисторите. Со вртењето на ветерните плочки се одржуваат насочените стрелки па вртењето околу осовината произведува импулс со кој 1 бит претставува промена на аголот од 5,6°. Видови	Полукружна (брзина)	Правец на ветерот
	и придружни носители и на двата сензора	
Начин на работа	Оптоелектронски со дигитален излез на сензорот	
Излезен сигнал	Инпулсен	Инпулсен 6 битен паралелен со Греј код)
Земање мостри	1 сек	
Обработка	1 сек	
Средување	10 минути	
Мерен опсег	0,3 – 75,0 m/s	0 – 360 °



Точност	0,3 m/s	5 °
Резолуција	0,1 m/s	5 °
Временска конст.	2,3 s	
Напојување	5 VDC	
Потрошување	8 mA	10 mA
Материјал	Алуминиум со заштита (елоксир и лак)	
Работен тем. просек	35 °C do +50 °C (без врнежи кои смрзнуваат)	
Тип	Mm SP 2.2.	Mm DR 2.2
Произведувач	Тритонел, Хрватска	



а



б



ц

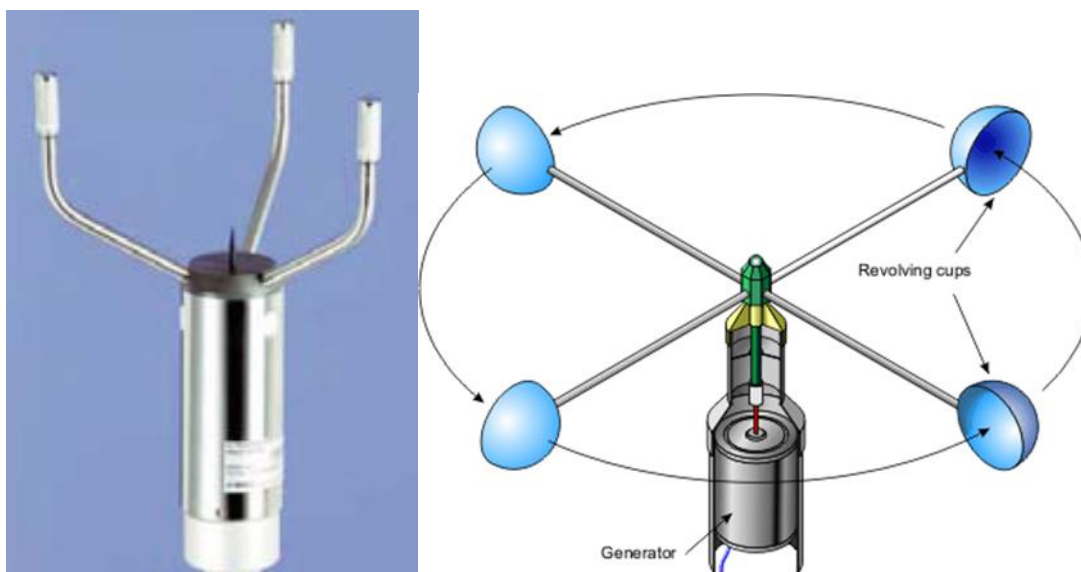


д

е

Слика 208. Сензор за брзина и правец на ветерот – стандарден (импулсен дигитален) сензор за брзина (а), сензор за правец (б), оптоелектронско коло за брзина (ц), правец (д), ветер, држач (е) со два сензора (метеоролошки состав, Тритонел)

Ултразвучно импулсен, а со тоа и дигитален сензор за брзина и насока на ветерот - три мерни претворувачи, во иста рамнина и постоечка електроника-приклучен е сигнален кабел или процесорски модул со радиоврска на процесорска единица на мерен состав. Брзината на ветерот е изразена во м/сек., а насоката на скалата од 0-360°.



Слика 209. Ултразвучен сензор за брзина и правец на ветерот (WS425A, Vaisala)

**Табела 23. Технички карактеристики на брзината и правецот на ветерот**

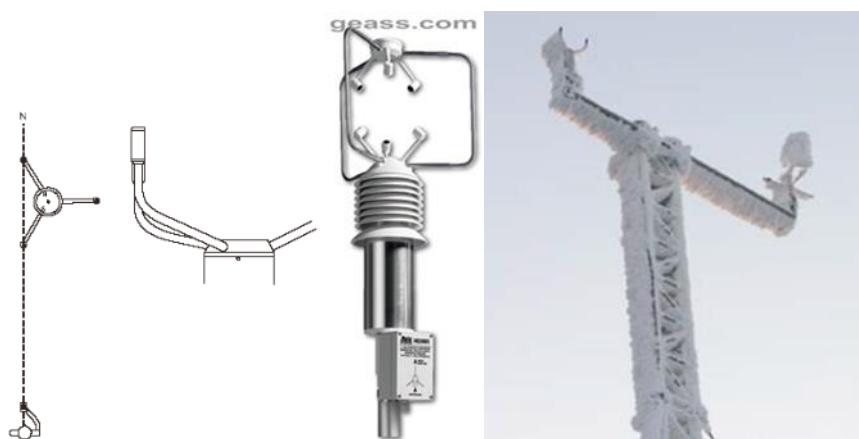
Видови	Ултразвучни двекомпоненти без /с греење) и сериски кабел RS232	
Начин на работа	Одзив на ултразвучната влага со дигитален излез со пресметан излез	
Излезен сигнал	Импулсен ( дигитален) сигнал	
Земање мостри	1 сек	
Обработка	1 сек	
Средување	10 минути	
Мерен опсег	0.1 65.0 m/s, (брзина )	360 ° правец
Точност	± 0.1 m/s	2 °
Резолуција	0,1 m/s	1 °
Напојување	10-15 VDC	(36 VDC за греење)
Потрошувачка	12 mA	(0,7 A за греење)
Материјал	нерѓосувачки челик со заштита и силиконски и пластични делови	
Работен тем. просек	-40 °C do +55 ° (без врнежи кои смрзнуваат) -55 °C do +55 ° (со греење)	
Тип	WAS425A	(WAS425AH – со

		греење на главниот мерен претворувач)
Произведувач	Ваисала, Финска	

Основен начин на мерење е времето на поминување на ултразвучниот бран (излез-влез) помеѓу два претворувача во два правца, а тоа време зависи од брзината на ветерот во должина по наведениот бран. Тоа значи дека без ветер двете растојанија се еднакви. Кога постои одредена брзина во тек на поминување на бранот, тогаш за поголема брзина треба поголемо растојание, а за помала помало растојание.

Сметање според хоризонталните скаларни брзини и моменталната насока е поврзано со координантен состав.

Брзината на ветерот е составена од две хоризонтални скаларни компоненти  $u$  (во насока N-S) и  $v$  (во насока W-E) брзини кои се мерат со моменталниот агол од север кој претставува припадна насока  $D$  ветер: насока W-E брзина кои се мерат со припаден агол отклон од север кој претставува основа за предвидување на насоката  $D$  на ветерот.



Слика 210. Начин на насочување на ултразвучниот (двокомпонентен) сензор за брзина и правец на ветер

Слика 210. Показувач на ветерот (десно-показување на силата и правецот кој не е можен) и ултразвучен главен сензор (лево-мерење на брзината и правецот кои се во функција) што резултира со појава на поголеми количини на мраз.

$$V = (u^2 + v^2)^{1/2} \text{ [m/s]}, v = V \cos j, u = V \sin j$$

$$D = [\arctg v/u \times 59,2958] [^\circ].$$

Според мерните податоци, важно е правилно поставување и насочување на сензорот за податоци за насоката на ветерот. Сензорот има ознака N-S која наедно следи 2 од 3 крака кои треба да се насочат кон север.

Со оглед на тоа дека овој сензор нема механички подвижни делови е погоден за загревање, па е посебно погоден за мерење во континенталните предели каде доаѓа до смрзнување, па затоа овој сензор и во тие услови е подготвен за мерење.

### **Мерење и податоци од тоа мерење**

На главните метеоролошки станици мерните инструменти процесираат брзина и насока на ветерот во интервали од 1 s кои се запишуваат во интерната меморија на процесорот, но истовремено се запишуваат и на комуникацискиот компјутер.

Мерните податоци се обработуваат и се запишуваат во интерната меморија и на комуникацискиот компјутер во интервали од 10 минути.

Записите се во вид на дневни датотеки, а се одвиваат во два посебни директориума, од кои еден служи за редовни оперативни потреби, а другиот како копија за сигурност.

### **Пример за податоци-секундарни податоци**

- Моментална брзина и соодветна насока
- тоа е пример за податок за два мерни елемента во иста секунда

### **Просечни податоци-10 минутни податоци**

- Временска брзина и соодветна насока во просечниот интервал
- Податок за два мерни елемента во последната секунда од мерниот 10-мин. интервал
- Просечна брзина и преовладувачка насока во просечен интервал
- Просек на брзина на ветер е статистички просек од 600 секундарни податоци на брзина од соодветниот ветер.

Податокот 10-мин. интервал преовладува, не е статистички просек туку податок за одредена насока на ветер кој имал најголем број соодветни брзини на истиот од 60 m/s.

Податокот од 10-минутен интервал, т. е. со која насока е поминат најголемиот пат во соодветниот временски интервал.

Овој доказ е по аналогија поблизок до дефиницијата за преовладување на насоката по метеоролошка терминологија, отколку што е статистичкиот просек на насоката во одреден временски интервал.

Максималната брзина, соодветната насока на ветерот и времето се битни елементи за создавање на просекот на интервалот.

Најголемиот износ од 600 s, податок соодветен на 10-минутен интервал на брзината на ветерот и неговиот соодветен истовремен податок на насоката и времето на создавање.

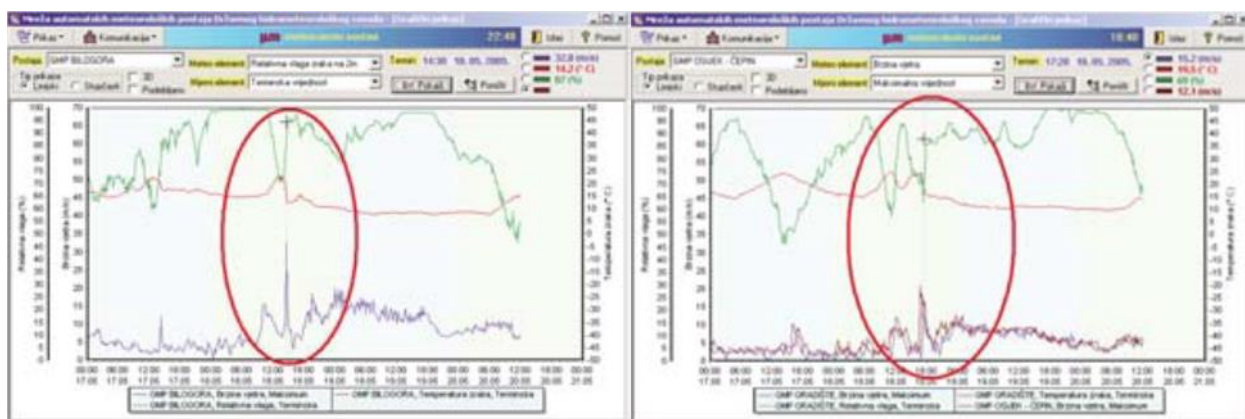
На мониторот на компјутерот е составна соодветна програмска поддршка која овозможува приказ на податоци:

- мерења, графички и нумерички, по пред дефинирани приспособувања.

На тој начин набљудувачот е запознаен со моменталните податоци од мерењата на сите 10-минутени интервали; за претходните денови може да користат датотеки.

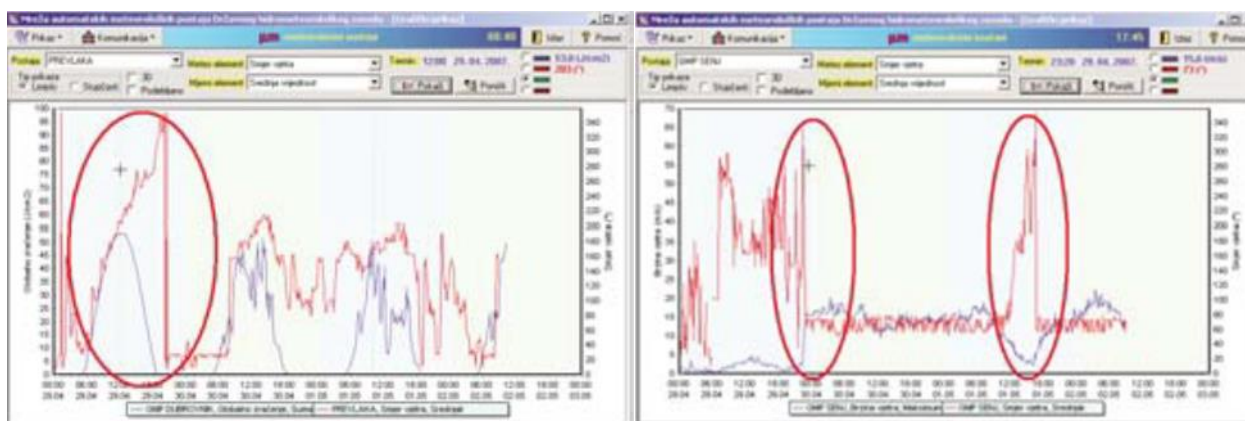
## Регуларен податок на брзината на ветерот

На сликата се гледа пропорционална максималана брзина на ветерот во однос на средната брзина, но другите мерни податоци покажуваат нагла временска промена. Во овој случај набљудувачот треба да ги прегледа сите податоци од мерењата и сопствените запазувања за настанатата ситуација (температура, релативна влажност).



Слика 211. А - приказ за регуларна работа на сензорот за брзина на ветерот - нагли скокови и брзина на ветерот (проверка со мерни елементи од станица);

Б - приказ за регуларна работа на сензорот за брзина на ветерот – нагли промени во брзината на ветерот (проверка со мерни елементи од станица)



Слика 212. А - приказ за дневното движење на правецот на ветерот, временски непореметен ден во одредено подрачје

Б - приказ на правилна промена на правецот на ветерот во одредена временска промена

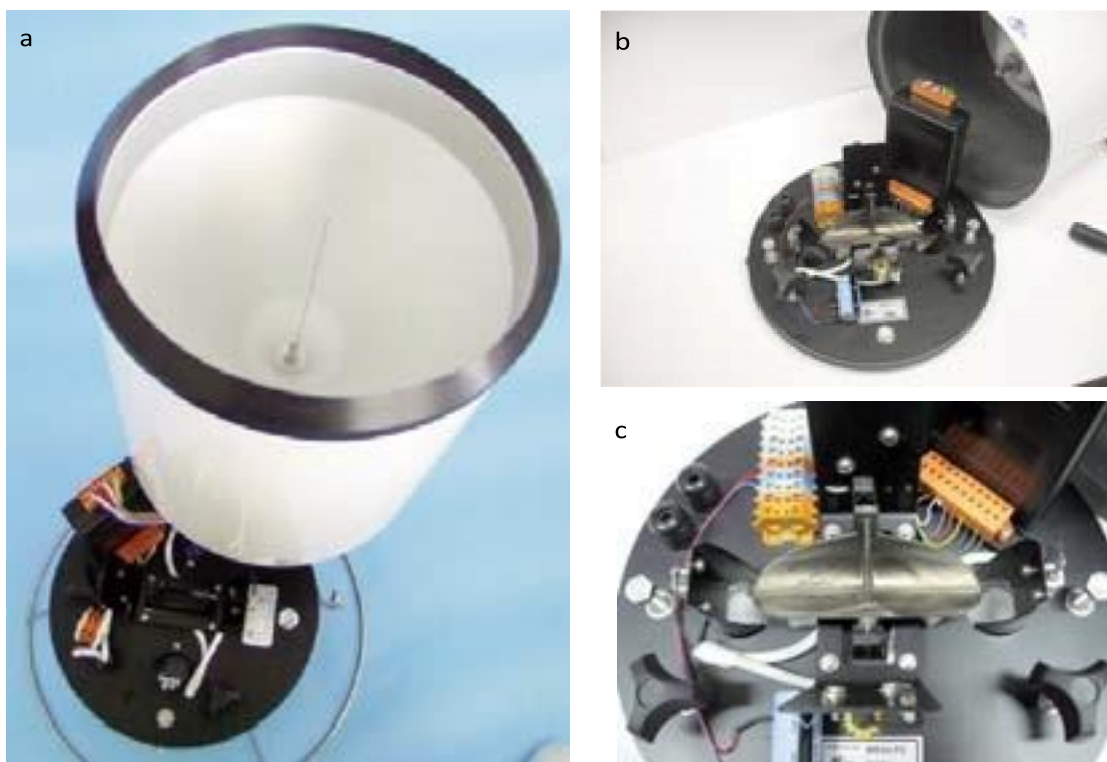
## 86. АВТОМАТСКО МЕРЕЊЕ НА КОЛИЧИНАТА НА ВРНЕЖИТЕ

Под врнежи се подразбираат сите видови на хидрометеори кои паѓаат од облаците како течни или цврсти честички (во облик на дожд, снег, ледени зрна, град и др.)

Количината на врнежи (висината на слојот на врнежи) се мери во ( $\text{мм} = \text{l/m}^2$ ).

Инструментот за мерење на врнежите се поставува во метеоролошкиот круг во подрачјето каде се поставени дождемерот и класичниот омброграф, така што висината на сите инструменти да се на иста висина. На овој начин се задржува и конвенционалниот начин на мерење, со тоа се овозможува реално споредување на податоците на мерење и контролата на работа на мерните инструменти.

Слика 213. Инструменти за мерење на количината на врнежи



Слика 214. Инструмент за мерење на количината на врнежи: а)-собирен сад; б) внатрешност; в) вага

Табела 23. Технички карактеристики на автоматскиот инструмент за мерење на количините на врнежи



Тип	MR3H-Fa
Вид	Hellmann, вага (клацкалка), греење
Отвор	252,3 mm (500 cm <sup>2</sup> )
Излез	Reed контакт (пулсен сигнал)
Точност	0,1 mm $\pm$ 2%
Развлекување	0,1 mm
Пренос	1 s
Процесирање	1 минута
Напојување	12 do 18 V DC; греење - 36 do 50 V AC (220 V)
Потрошувачка	do 38 mA; греење – 4 A (200 W)
Произведувач	Метеосервис, Чешка

➤ *Минутна количина на врнежи*

➤ *Тоа е процесиран 1-минута податок кој се појавува на секоја секунда (60 записи во минута): средни податоци - на 10 минути.*

На мониторот на сметачот од мерниот состав припаѓа програмска поддршка кој овозможува прикажување на податоците мерени и прикажување графички и бројчано по дефинирани постапки.

## 87. КЛИМАТСКИ ТИПОВИ ВО МАКЕДОНИЈА

Во Македонија се среќаваат три основни климатски типови, и тоа:

Изменето средоземноморска

Планинска

Умерено-континентална клима

Летата се суви и топли, а зимите студени и влажни. Средната годишна температура на воздухот изнесува 11,5 °C. Најтопол месец е јули, со просечна температура на воздухот од 22,2 °C, а најстудениот месец е јануари со просечна температура од 0,3 °C.

Различни климатски типови и поттипови се комбинација од основните, и тоа :

Медитеранска

Континентална

Алпска клима

### СУБМЕДИТЕРАНСКА КЛИМА

Субмедитеранскиот регион ги зафаќа: Гевгелиско-валандовската и Дојранската Котлина, каде што најсилно се чувствуваат медитеранските климатски влијанија.

Одделни години медитеранските влијанија се потиснати, но и обратно, постојат години кога медитеранските влијанија се чувствуваат по долината на реката Вардар до Скопје, по долината на реката Брегалница до Кочани и по долината на реката Струмица во Струмичко-радовишката Котлина.

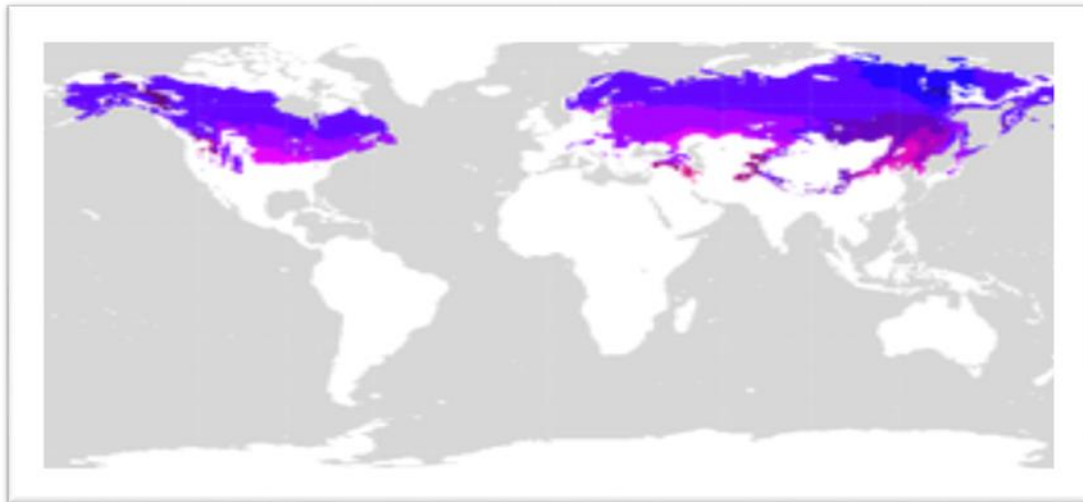
Пределите каде што најмногу е застапена субмедитеранската клима



Слика 215. Пределите со субмедитеранска клима

## КОНТИНЕНТАЛНА КЛИМА

Регионот на континенталната клима најмногу се чувствува во Преспанската и Охридско-струшката Котлина (каде што се чувствува и влијанието од езерскиот басен), Кичевската, Бродската, Беровско-делчевската, Славишката, Полошката и Пелагониската Котлина.



Слика 216. Предели со континентална клима

## ПЛАНИНСКА КЛИМА

Регионот на планинска клима ги зафаќа високите планини на Шарскиот и Корабскиот планински систем, Јабланица, Баба, Јакупица и сите други високи планини во Македонија.

Во нив над 2.200 метри надморска висина постои вистинска планинска клима или таканаречената алпска клима.

За разлика од неа, во сите планини под 1.000 метри надморска височина, кои се определени како ниски планини, владее преодна, од котлинска во планинска клима.

Снегот обично се задржува од ноември до мај, а на највисоките осојни страни и до август. Заради тоа, овде е развиен зимскиот скијачки и летниот планинарско-рекреативен туризам.

## 88. КЛИМАТА ВО МАКЕДОНИЈА

Климата е многу значаен географски фактор.

Од климата зависи количеството на врнежи, полноводноста на реките, богатството на растителен и животински свет, а секако и активноста на човекот во просторот.

Во стопанството, климата има особено влијание врз земјоделството, шумарството, потоа сообраќајот, туризмот, начинот на живеење и др.

*Климатските фактори одредуваат каква ќе биде климата во одреден простор.*

### **За Република Македонија најважни климатски фактори се:**

*географската положба, релјефот, близината на околните мориња и атмосферските струења.*

### **Климата во Република Македонија претставува значаен фактор**

Од климата зависи количеството на врнежи, полноводства на реките, богатствата на растителен и животински свет, а секако, и активноста на човекот во просторот.

Во стопанството климата има особено влијание врз:

***земјоделството, шумарството, сообраќајот, туризмот, начинот на живеење.***

На земјината површина се јавуваат повеќе климатски факторски типови со свои посебни карактеристики.

Првиот тип на клима се јавува над огромните океански површини каде што околните континенти немаат никакви влијанија.

Вториот тип на клима се јавува на длабоката внатрешност на големите континенти и се одликува со големи разлики на средните месечни температури.

Годишната максимална температура е во јули, а минималната во јануари. Зимите се многу студени, а летата топли.

### **Климатски фактори**

Формирањето на климата над некое место зависи од бројни и разновидни фактори, кои од заедничко име се нарекуваат климатски фактори.

Климатски фактори се:

- 1.Географската ширина*
- 2.Копнените и морските површини*
- 3.Морските струи*
- 4.Релјефот*
- 5.Растителниот свет*
- 6.Човекот*

1.Географската ширина е една од најважните климатски фактори.

Нејзиното влијание е најголемо врз температурата и влажноста на воздухот.

2.Копнените и морските површини имаат различно влијание врз климата.

Во летната половина од годината, морињата и океаните акумулират многу повеќе топлина отколку копното.

3.Морските струи најмногу влијаат врз температурата на воздухот.

4.Релјефот влијае на климата преку надморската височина, со правец на протегање на планинските вериги и широките речни долини, со разместеноста на превоите, отвореноста на низините и со котлинскиот релјеф.

5.Растителниот свет, а особено шумите, имаат доста големо влијание врз климата.

6.Човекот влијае на климата со своите активности: непланското сечење на шумите, загадувањето на воздухот итн.

Климатски карактеристики на котлините во Република Македонија

1.Гевгелиско Поле, има многу влијание од медитеранската клима во Егејското Поле, но заради отвореноста на полето кон север во ладниот дел од годината, во зимските месеци се јавуваат доста ниски температури.

2.Валандовско Поле, има многу сличен температурен режим како и Гевгелиското.

3.Дојранска Котлина, заедно со претходните две се најтоплите подрачја во државата. Овде температурите се највисоки и во зимскиот период во споредба со Гевгелискиот и Валандовскиот.

4.Тиквешка Котлина, во овој дел е опфатено Кавадаречкото Поле и Павардарието, каде што е намалено медитеранското влијание. Продорите на студени воздушни маси од север се поизразени со што просечните зимски температури се пониски.

5.Велешко Поле,се простира северно од Тиквешката Котлина се одликува со пониски температури за околу 1,1 С, а влијание се чувствува и од планинските предели како што е масивот Јакупица и Караџица.

6.Скопската Котлина, претставува крајниот залив до кој се чувствуваат влијанијата на медитеранот. Затворена со високи планини кои го спречуваат директното влијание на медитеранската клима, а од север и северозапад непресечно навлегуваат континенталните воздушни маси.

7.Попова Шапка, како регион од масивот Шар Планина на надморската височина од 1.750 m климатски карактеристики се типично планински, со доста обилни врнежи, ниски температури со голем број на мразни денови.

8.Мавровското подрачје се наоѓа на надворешна височина од 1.240 m со климатски карактеристики слични на оние од Попова Шапка, но со повисоки средногодишни температури.

9.Струмичкото Поле и неговиот температурен режим е условен од посебните географски карактеристики и заштитата од јужната страна со планината

Беласица.

10.Радовишко Поле се наоѓа на надморска височина за повеќе од 150 м над Струмичкото Поле.

Таквата височина и орографијата на теренот му дава сосема други карактеристики. Според температурниот режим се наоѓа во средина помеѓу Струмичкото Поле и Овче Поле.

11.Овче Поле, заради малата надморска височина, орографијата, отвореноста на теренот за долготрајни осончувања, секундарната висока вегетација му дава посебен температурен режим.

12.Кочанската Котлина, иако се наоѓа на поголема надморска височина од Овче Поле има речиси иста просечна годишна температура.

13.Делчевското Поле е повисоко од Кочанското Поле, а секако тоа има влијание и врз температурите кои се ниски.

14.Беровската Котлина има значително пониска средногодишна температура на воздухот за што и придонесува повисоката надморска височина.

15.Кривопаланечкото подрачје, како поширока долина, долж Крива Река, заедно со орографските карактеристики изразени со планински масиви од север и југ, придонесуваат за формирање на посебна клима, односно локална клима со единствени карактеристики.

16.Кумановската Котлина, со нејзината поголема надморска височина од Скопската Котлина и отвореноста од северната страна, овозможува продори на воздушните маси од поголемите географски широчини што придонесува за драстично намалување на температурите посебно во зимски месеци.

17.Пелагониската Котлина со својата поголема надморска височина не дозволува поосетливо влијание на медитеранската клима, иако се наоѓа на само 150 m, од Солунскиот Залив.

18.Охридската Котлина во својот најголем дел е под површината на водата од езерото, многу блиску од Јадранското Море, само 110 km, но на надморска височина од 695 до 760 m што оневозможува или многу го намалува ова влијание.

19.Преспанската Котлина, исто како и Охридската, во поголемиот дел е под водата на Преспанското Езеро кое се јавува како модификатор на климата во овој регион.

20.Дебарското Поле, заедно со долината на реката Црн Дрим и Струшкото Поле имат повисоки температури од подрачјата со иста надморска височина.

21.Кичевската Котлина е за 50 m пониску од Прилепското Поле, но во потоплиот дел од годината покажува пониски вредности на температурата на воздухот. Ваквите орографски и природни услови имат големо влијание врз загревањето и ладењето на воздухот



22. Крушевското подрачје е дел од западна Пелагинија.

На нејзиниот висок и планински предел има посебна природа и ретка убавина, но едновременно е со специфична климатска обележеност.

Ваквата климатска карактеристика ја даваат големата надморска височина, стрмнината кон Прилепското Поле, високата шумска вегетација и сл.

### **Влијание на надворешната средина врз растителните организми**

Надворешните фактори кои влијаат врз животот на растителните организми може да се поделат на:

Метеоролошки фактори, доминантно влијание врз растењето и развојот на растенијата има времето, односно климата.

- *Геоморфолошки фактори:*
- *инклинација;*
- *релјеф;*
- *надморска висина;*
- *експозиција.*

Едафски фактори - почвата служи како извор на хранливи материи и вода, а со своите физички, хемиски и биолошки својства има непосредно влијание врз растењето, развојот и продуктивноста на растителното производство.

### **Физички својства на земјата:**

- *волуменска тежина;*
- *механички состав;*
- *структура;*
- *порозност.*

### **Хемиски својства на земјата:**

- *органски материи (хумус);*
- *минерални материи.*

Од биолошките својства на земјата - во споредба со сите живи организми во почвата, најголемо значење за земјоделството имаат микроорганизмите. Во својата животна активност особено се истакнуваат бактериите.

Воздушен режим на земјата. Обновувањето на земјишниот воздух, односно аерацијата, зависи од физичките својства на почвата, врнежите, температурата на воздухот и почвата, ветерот, количеството на вода во земјата, испарувањето и сл.

Топлотен режим на земјата е значаен за растителното производство, бидејќи температурата на земјата има влијание врз растењето и врз развојот на надземните делови на растението, на енергијата на 'ртењето и никнењето, како и на растењето и апсорпциската способност на кореновиот систем.

Воден режим на земјата - има големо значење врз животот на растенијата, бидејќи водата и растворените хранливи материи растението ги

зема од земјата. Водата во земјата може да се јави во неколку облици: хемиски врзана, физички врзана, капиларна, гравитациска вода, вода во облик на водена пара и вода во цврста состојба.

Биотички фактори - целокупните влијанија и дејства на живите организми (посредни или непосредни) врз други организми (влијанија меѓу самите растителни, меѓу самите животински и меѓусебните влијанија помеѓу растителните и животинските видови). Посебен облик во биотичките фактори е антропогениот фактор, односно сите форми на човековата активност со кои на посреден или непосреден начин се менуваат условите на надворешната средина.

Сите надворешни фактори што влијаат врз растенијата меѓусебно се поврзани, но значајно место му припаѓа на временскиот фактор

Под влијание на споменатите фактори постои: вегетација на суви, односно аридни краеве и пустини; тревна вегетација на полусуви, односно семиаридни предели (стеи, прери и тундри); вегетација на савани; вегетација на влажни или хумидни краеве со природни шуми и џунгли во многу влажни, краеве.

Освен природниот распоред на растителниот свет на Земјата, човекот во зависност од временските и климатските услови на реонот одгледува и земјоделски култури. Ако условите во надворешната средина се поволни доминира квалитетно и интензивно земјоделско производство.

Неповолните временски услови се одразуваат врз квалитетот и квантитетот на земјоделското производство, а сето тоа се одразува и врз пазарната цена на производите. Врз растењето и развојот на земјоделските култури, освен метеоролошките услови, големо влијание има и човекот.

Со многу свои активности може да влијае врз растењето и развојот на растенијата, но не може да ги спречи појавите на екстремните временски ситуации како што се: пробив на студените воздушни маси, екстремните температури, поплавите и другите елементарни непогоди.

Врз земјоделското производство неповолно влијание имаат и поблагите временски нарушувања: врнежливи или сушни периоди, зголемена или намалена температура над, односно под нормалната температура карактеристична за месецот и локалитетот итн.

Неповолните временски ситуации имаат влијание и врз мерките и активностите кои се преземаат од страна на човекот во земјоделството.

На климата на Земјата се прилагодени и животинските видови. Во поглед на неповолните временски услови во споредба со растенијата, животните се во предност, бидејќи навремено можат да ја променат местоположбата.



## 89.ВЛИЈАНИЕ НА КЛИМАТСКИТЕ ФАКТОРИ ВРЗ РАСТЕНИЈАТА

Климатските промени се еден од најголемите предизвици со кој се соочува човештвото. Како последица на зголемувањето на содржината на гасовите на стаклената градина во атмосферата се очекува зголемување на температурата на глобално ниво.

За да може да се предвиди како климатските промени ќе влијаат врз земјоделското производство е потребно да се изработат модели кои го квантифицираат влијанието на глобалното затоплување врз некои земјоделски региони. За Република Македонија овие модели се изработени и она што се очекува кај нас е силно изразено зголмување на температурата на воздухот и благо опаѓање на сумата на врнежи.

Неповолно е што се јавува позначително опаѓање на врнежите во летните месеци (вегетациската сезона). Влијанието на зголемената температура врз приносите на земјоделските култури само по себе не мора да биде негативно, но треба да се има предвид дека зголемената температура силно влијае врз зголемувањето на испарувањето на водата и зголемување на потребата на земјоделските култури за вода. Поголемите потреби за вода се проследени со намалени врнежи во вегетацискиот период и се јавува силно изразен недостиг на вода за нормален раст и развој на земјоделските култури.

Според Либиговото правило, приносот на културите е лимитиран со факторот кој се наоѓа во минимум, а кај нас тоа е водата. Поради тоа се очекува дека позитивното влијание на поголемата содржина на јаглероден диоксид и повисоките температури (кои би ја продолжиле вегетациската сезона), нема да може да дојде до израз поради недостигот на вода.

Поради ова, во Република Македонија се очекува силно изразено намалување на приносите кај културите кои се одгледуваат без наводнување. Ова намалување се движи од околу 10% во 2025 година, до над 40% во 2100 година, зависно од културата и условите на одгледување. Нормално, некои култури нема да можат повеќе да се одгледуваат без примена на наводнувањето.

Треба да се земе предвид и трендот на намалување на наводнуваните површини кај нас (од 120.000 ха кои можат да се наводнуваат, се наводнуваат само околу 20.000 ха). Сето ова укажува дека влијанието на климатските промени врз земјоделското производство кај нас ќе има силно изразено негативно влијание. Сепак, доколку се обезбедат потребните количини на вода,

е можно приносите и вкупната продукција да се одржат на сегашното ниво, па дури и да се очекуваат позитивни ефекти.

Сето досега кажано укажува дека адаптацијата на земјоделското производство кон климатските промени треба да се ориентира, пред сè, кон рехабилитација на системите за наводнување и што е можно поефикасно користење на водата во земјоделството.

Покрај ова, е потребно да се работи на конзервација на почвата и водата (се очекува негативно влијание на климатските промени и врз почвата преку засилена ерозија, загуба на органската материја и евентуално секундарно засолување како последица на поинтензивното наводнување).

Секако дека е значајно да се работи на селекција на сорти кои би биле толерантни кон сушата и топлинскиот стрес, како и да се изведат низа истражувања за можно воведување на култури кои се познати како помали потрошувачи на вода.

На крајот, треба да се истакне дека климатските промени ќе ги интензивираат екстремните метеоролошки појави (почеста појава на суши и поплави, почеста појава на топлотен стрес, почеста појава на поинтензивни врнежи, почеста појава на град и снег итн.). Можна е појава на нови, кај нас непознати, болести и штетници кои поради климатските промени би го прошириле својот ареал кон посеверните подрачја. Потребно е да се преземат соодветни мерки за адаптација кон сите овие влијанија на климатските промени.

## Користена литература

Atlas, D., 1990: Radar in meteorology. American Meteorological Society. Boston. 806 pp

Baklanov, A. i B. Grisogono (уредници), 2007: Atmospheric Boundary

Belušić, D., M. Pasarić, Z. Pasarić, M. Orlić i B. Grisogono, 2006: On local and non-local properties of turbulence in the bora flow. Meteorol. Z. 15, 301-306.

Belušić, D., B. Grisogono i Z. B. Klaić, 2007a: Atmospheric origin of the devastating coupled air-sea event in the east Adriatic. J. Geophys. Res. 112, D17, 17111-17124. doi:10.1029/2006JD008204.

Belušić, D., M. Žagar i B. Grisogono, 2007b: Numerical simulation of pulsations in the bora wind. Quart. J. Roy. Meteorol. Soc. 133, 1371-1388, DOI: 10.1002/qj.129

Berger, B.W. i B. Grisogono, 1998: The baroclinic, variable eddy viscosity Ekman layer. An approximate analytical solution. Bound.-Layer Meteorol. 87, 363-380.

Belušić, D. i Z. B. Klaić, 2004: Estimation of bora wind gusts using a limited area model. Tellus, 56A, 296-307.

Gandin, L., 1988: Complex quality control of meteorological observations. Mon. Wea. Rev., 116, 1137-1156

Gburčik, P., 1975: Meteorološki instrumenti i osmatranje. Izdavačko-informativni centar studenata, Beograd. 182 str.

Gelo, B., 2000: Opća i prometna meteorologija (II dio). Sveučilište u Rijeci, Rijeka. 520 str.

Gelo, B. i sur., 2005.: Meteorološki pojmovnik i višjejezični rječnik. Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb. 656 str.

Genebank standards. (1994). Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, International Plant Genetic Resources Institute, Rome, 1-

17. Grisogono, B., 1995: A generalized Ekman layer profile within gradually-varying eddy diffusivities. Quart. J. Roy. Meteorol. Soc. 121, 445-453.

Grisogono, B., 2003: Post-onset behaviour of the pure katabatic flow. Bound.-Layer Meteorol. 107, 157-175.

Grisogono, B. i J. Oerlemans, 2001a: Katabatic flow: analytic solution for gradually varying eddy diffusivities. J. Atmos. Sci. 58, 3349-3354.

Grisogono, B. i J. Oerlemans, 2001b: A theory for the estimation of surface fluxes in simple katabatic flows. Quart. J. Roy. Meteorol. Soc. 127, 2725-2739.

Grisogono, B. i L. Enger, 2004: Boundary-layer variations due to orographic wave-breaking in the presence of rotation. Quart. J. Roy. Meteorol. Soc. 130, 2991-3014.

Grisogono, B., L. Kraljević i A. Jeričević, 2007: The low-level katabatic jet height versus Monin-

Grisogono B., and D. Belušić, 2008: Improving mixing length-scale for stable boundary layers.

Quart. J. Roy. Meteorol. Soc. 134, 2185-2192.

Grisogono, B. and D. Belušić, 2009: A review of recent advances in understanding the meso- and micro-scale properties of the severe Bora wind. Tellus, 61A, 1-16.

Grisogono, B., 2010: Generalizing „z-less“ mixing length for stable boundary layers. Quart. J.

Grisogono, B. and S. L. Axelsen, 2012: A note on the pure katabatic wind maximum over gentle slopes. Bound.-Layer Meteorol., 145, 527-538.

Grubišić, V., 2004: Bora-driven potential vorticity banners over the Adriatic. Quart. J. Roy. Meteorol. Soc. 130, 2571-2603.

DHMZ, 1996: Tehnički zahtjevi i propisi za mikroprocesorske anemografe i automatske meteorološke sustave u osnovnoj mreži postaja Državnog hidrometeorološkog zavoda, Zagreb, 13 str.

DHMZ, 2007: Međunarodni atlas oblaka, Knjiga I (227 str.) i II (221 str.), Zagreb

Đurić, Lj., Sokić, S., Ivanović, D. i F., Gamser, 1974: Uputstvo za osmatranja i merenja na glavnim meteorološkim stanicama. Savezni hidrometeorološki zavod, Beograd. 221 str

Dragotin T. Mihailovich, Branislav Lalić, Ilija Arsenih. Praktikum iz Meteorologije, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad 2012 god.

Diagnostic and prognostic equations for the depth of the stably stratified Ekman boundary layer

Holton, J.R., 1979: An introduction to dynamic meteorology. Academic Press, New York. 391 pp

Houghton, D.D. (editor), 1985: Handbook of applied meteorology. John Wiley and Sons. New York. 1461 pp

Katušić, Z., 1982: Mreža meteoroloških stanica na području SR Hrvatske; Radni izvještaji br. 12; RHMZ SRH, Zagreb 1 – 27 str.

Maksimović, S., 1973: Korišćenje radarskih osmatranja u analizi i prognozi vremena. Republički hidrometeorološki zavod SR Srbije. Beograd. 97 str

Milosavljević, M., 1987: Klimatologija (odabrana poglavlja). Naučna knjiga, Beograd;

Milosavljević, M., 1977: Meteorologija. Naučna knjiga, Beograd. 280 str.

Pandžić, K. i sur., 1998: 50 godina Državnog hidrometeorološkog zavoda. Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb. 288 str.



- Pandžić, K. i sur., 2001: 150 godina meteoroloških motrenja u Hrvatskoj. Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb. 250 str.
- Painting K.A., Perry M.C., Denning R.A., Ayad W.G. (1995). Guidebook for genetic resources documentation. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, 1-296.
- Pandžić, K., 2002: Analiza meteoroloških polja i sustava. HINUS, Zagreb. 314 str.
- Penzar, I. i B., Penzar, 2000: Agrometeorologija. Školska knjiga, Zagreb. 222 str.
- Penzar, B. i sur., 1996: Meteorologija za korisnike. Školska knjiga, Zagreb. 274 str.
- Radinović, Đ., 1969: Analiza vremena. Univerzitet u Beogradu
- Rao N.K., Hanson J., Dullo M.E., Ghosh K., Nowell D., Larinde M. (2006). Manual of seed handling in genebanks. Handbooks for genebanks No. 8. Biodiversity International, Rome, Italy, 1-163.
- Schott, J.R., 1997: Remote sensing – The image chain approach. Oxford University Press, Oxford. 394 pp
- Volarić, B. i I., Penzar, 1967: Osnove meteoroloških motrenja i mjerenja. Sveučilište u Zagrebu. 159 str.
- VAISALA, 1989: DigiCORA book
- Wallace, J.M. and P.V. Hobbs, 1977: Atmospheric science – An introductory survey. Academic Press, New York. 467 pp
- WMO, 1996: Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observations, Sixth Edition, WMO-No. 8
- Emanuel, C., 1986: Atmospheric Convection, Bergamo Press, New York, pp. 420.
- Haltiner, J.G. and R.T. Williams, 1981: Numerical and Dynamic Meteorology. J. Wiley and Sons, New York, pp. 476.
- Janjić, Z.I., 1993: Numerički metodi, Modeliranje atmosfere I, Skripta za studente meteorologije, školska 1992/93, 1993/94. Institut za meteorologiju, Fizički fakultet, Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Beogradu.
- Janjić, Z.I., 1993: Fizički procesi, skripta za studente meteorologije, školska 1992/93, 1993/94. Institut za meteorologiju, Fizički fakultet, Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Beogradu.
- Mihailović, D.T., 1997: Description of a land-air parameterization scheme (LAPS). Special Issue of Global & Planetary Change on Soil Moisture Simulation 13, 207-215.
- Acheson, D.J., 1990: Elementary Fluid Dynamics. Oxford. 397 pp.
- Nature, Theory and Applications to Environmental Modelling and Security. Springer, 241 pp.
- Cullen, M.J.P., 2006: Large-scale atmospheres/ocean flow. Imperial College Press, London, 259 str.
- Denby, B., 1999: Second-order modelling of turbulence in katabatic flows. Bound.-Layer Meteorol. 92, 67-100.

Enger, L. i B. Grisogono, 1998: The response of bora-type flow to sea surface temperature.

Quart. J. Roy. Meteorol. Soc. 124, 1227-1244.

Fedorovich, E. i R. Conzemius, 2008: Effects of wind shear on the atmospheric convective boundary layer structure and evolution. Acta Geophysica, 56, 114-141.

Obukhov height. Quart. J. Roy. Meteorol. Soc. 133, 2133-2136.157

Roy. Meteorol. Soc., 136, 213-221.

Haiden, T., 2003: On the pressure field in the slope wind layer. J. Atmos. Sci., 60, 1632-1635.

Holton, J.R., 1992 (ili 2004): An Introduction to Dynamic Meteorology. Academic Press, 3rd edition (or 4th edition), San Diego, USA, 511 pp.

Jeričević, A. i B. Grisogono, 2006: The critical bulk Richardson number in urban areas: verification and application in a numerical weather prediction model. Tellus, 58A; 19-27.

Jeričević, A. L. Kraljević, B. Grisogono, H. Fagerli i Ž. Večenaj, 2010: Parameterization of vertical diffusion and the atmospheric boundary layer height determination in the EMEP model. Atmos. Chem. Phys. 10, 341–364.

Kavčič, I. i B. Grisogono, 2007: Katabatic flow with Coriolis effect and gradually varying eddy diffusivity. Boundary-Layer Meteorol. 125, 377-387.

Klemp, J.B., 1987: Dynamics of tornadic thunderstorms. Annu. Rev. Fluid Mech., 19, 369-402.

Klemp, J.B. i D.R. Durran, 1987: Numerical modelling of Bora winds. Meteorol. Atmos. Phys. 36, 215-227.

Kraljević, L. i B. Grisogono, 2006: Sea-surface temperature effects on 3D Bora-like flow.

Meteorol. Z. 15, 169-178.

Kundu, P.K. i I.M. Cohen, 2002: Fluid Mechanics. Academic Press, 2nd ed. 730 pp.

Lesieur, M., 1997: Turbulence in Fluids. Kluwer (3rd edition), Dordrecht, the Netherlands, 515pp.

Lin, Y.-L., 2007: Mesoscale Dynamics, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 630 pp.

Logan, J.D, 2008: An Introduction to Nonlinear Partial Differential Equations. Wiley-Interscience, Hoboken, New Jersey, 397 str., 2. izdanje.

Mahrt, L., 1982: Momentum balance of gravity flows. J. Atmos. Sci. 39, 2701-2711.

Mahrt, L., 1998: Stratified atmospheric boundary layers and breakdown of models. Theoret.

Comput. Fluid Dyn. 11, 263-279.158

- Mahrt, L., 2007: The influence of small-scale nonstationarity on the turbulent flux for stable stratification. *Bound.-Layer Meteorol.* 125, 245-264.
- Mauritsen, T., G. Svensson, S. Zilitinkevich, I. Esau, L. Enger i B. Grisogono, 2007: A total turbulent energy closure model for neutral and stably stratified atmospheric boundary layers. *J. Atmos. Sci.* 117, 259-273.
- Mohorovičić, A. 1889: Interessante Wolkenbildung über der Bucht von Buccari (with a comment from the editor J. Hann). *Meteorol. Z.* 24, 56-58.
- Nappo, C.J., 2002: *An Introduction to Atmospheric Gravity Waves*. Academic Press, San Diego, USA, 276 pp.
- Prandtl, L., 1942: *Führer durch die Strömungslehre*. Vieweg und Sohn, Braunschweig. 373-375, 648 pp.
- Petrović, N., 2006: *Meteorologija i klimatologija u biotehnici*. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu. Čigoja štampa, Beograd. Petrović, N., 2007: *Vreme, klima i vinova loza*. Naučna monografija. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu. Štampa: Skripta, Beograd.
- Princevac, M., H. J. S. Fernando i C.D. Whiteman, 2005: Turbulent entrainment into natural gravity-driven flows. *J. Fluid Mech.* 533, 259-268.
- Pedlosky, J., 1987: *Geophysical Fluid Dynamics*. Springer-Verlag, New York (2nd edition). 710pp.
- Pielke, R.A., 1984: *Mesoscale Numerical Modeling*. Academic Press, 612 pp.
- Rogers, D.P., E.C. Dorman, K.A. Edvards, I.M. Brooks, W.K. Melville, S.D. Burk, W.T.
- Thompson, T. Holt, L.M. Strom, M. Tjernstrom, B. Grisogono, J.M. Bane, W.A. Nuss, B.M.
- Morley and A.J. Schanot, 1998: Highlights of coastal waves 1996. *Bul. Am. Meteorol. Soc.* 79, 1307-1326.
- Scorer, R.S., 1949: Theory of waves in the lee of mountains. *Quart. J. Roy. Meteorol. Soc.* 75, 41-56.
- Schär, C. and R.B. Smith, 1993a: Shallow-water flow past isolated topography. Part I: Vorticity production and wake formation. *J. Atmos. Sci.* 50, 1373-1340.
- Schär, C. and R.B. Smith, 1993b: Shallow-water flow past isolated topography. Part II: Transition to vortex shedding. *J. Atmos. Sci.* 50, 1341-1412.
- Shapiro, A. i E. Fedorovich, 2008: Coriolis effects in homogeneous and inhomogeneous katabatic flows. *Quart. J. Roy. Meteorol. Soc.* 134, 353-370.
- Smith, R.B., 1977: The steepening of hydrostatic mountain waves. *J. Atmos. Sci.* 34, 1634-1654.
- Smith, R.B., 1980: Linear theory of stratified hydrostatic flow past an isolated mountain. *Tellus*, 32, 348-364.
- Smith, R.B., 1985: On severe downslope winds. *J. Atmos. Sci.*, 42, 2597-2603.

Smith, R.B., 1987: Aerial observations of the Yugoslavian Bora. J. Atmos. Sci. 44, 269-297.

Smith, R.B., 1988: Linear theory of stratified flow past an isolated mountain in isosteric coordinates. J. Atmos. Sci. 45, 3889-3896.159

Stiperski, I., 2005: The causes of supercell development with tornadogenesis on 30th August 2003– A case study. Geofizika, 22, 83-1004.

Stiperski, I., I. Kavčič, B. Grisogono i D.R. Durran, 2007: Including Coriolis effects in the Prandtl model for katabatic flow. Quart. J. Roy. Meteorol. Soc. 133, 101-106.

Stull, R.B., 1988: An Introduction to Boundary Layer Meteorology. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands, 666 pp.

Svensson, G. and A.A.M. Holtslag, 2009: Analysis of model results for the turning of the wind and related momentum fluxes in the stable boundary layer. Bound.-Layer Meteorol., 132, 261-277.

Šinik, N i B. Grisogono, 2008: Dinamička meteorologija - uvod u opću cirkulaciju atmosfere. Školska knjiga, Zagreb. 213 str.

Teixeira, M.A.C. i B. Grisogono, 2008: Internal wave drag in stratified flow over mountains on a beta plane. Quart. J. Roy. Meteorol. Soc. 134, 11-19.

Teixeira, M.A.C., P.M.A. Miranda i R.M. Cardoso, 2008: Asymptotic gravity wave drag expressions for non-hydrostatic rotating flow over a ridge. Quart. J. Roy. Meteorol. Soc. 134, 271-276.

Telišman, P.T. i B. Grisogono, 2002: Idealised numerical simulations of diurnal sea breeze characteristics over a step change in roughness. Meteorol. Z. 11, 345-360.

Telišman Pretenjak, M., B. Grisogono i T. Nitis, 2006: Shallow mesoscale flows at the northeastern

Adriatic coast. Quart. J. Roy. Meteorol. Soc. 132, 2191-2216.

Tennekes, H. i J.L. Lumley, 1972: A First Course in Turbulence. MIT Press, 300 pp.

Tutiš, V. i B. Ivančan-Picek, 1991: Pressure drag on the Dinaric Alps during the ALPEX SOP.

Meteorol. and Atmos. Phys. 47, 73-81.

Večenaj, Ž., D. Belušić i B. Grisogono, 2010: Characteristics of the near-surface turbulence during a bora event. Ann. Geophys. 28, 155-163, [www.ann-geophys.net/28/1/2010/](http://www.ann-geophys.net/28/1/2010/).

Zardi, D. and C.D. Whiteman, 2013: Diurnal mountain wind systems. Mountain Weather

Research and Forecasting. Edited by Chao, F.K., S.F.J. de Wekker and B.J. Snyder. Springer,

Dordrecht, 35-119 (750 pp.)

Zilitinkevich, S.S., 1972: On the determination of the height of the Ekman boundary layer.

Bound.-Layer Meteorol. 3, 141-145.

Zilitinkevich, S. i P. Calanca, 2000: An extended theory for the stably stratified atmospheric boundary layer. Quart. J. Roy. Meteorol. Soc. 126, 1913-1923.

Zilitinkevich, S.S., A. Baklanov, J. Rost, A.-S. Smedman, V. Lykosov i P. Calanca, 2002:

Microdust pro Aerosol Monitoring System Windust

#### Интернет референци

1275572551499/COUNTRYNOTEMacedoniaMay122010MK.pdf  
.mk/index.php?option=com\_content&view=article&id=605:esenskata-susha-retka-  
pojava-vo-makedonija&catid=62:zastita-na  
rastenijata&Itemid=140<http://www.weatherwizkids.com/weather-instruments.htm>

<http://siteresources>

<http://ga.water>

<http://en.wikipedia.org>

<http://techalive.mtu.edu/meec/module01/EvaporationandTranspiration.htm>

<http://science.howstuffworks.com/dictionary/meteorological-terms/question651.htm>

<http://frm.org.mk/index.php>

<http://prirodninauki.org>

<http://ruralnet.mk>

<http://mk.wikipedia.org/>

<http://www.fws.gov/pacific/ecoservices/envicon/pim/CoreIssues/Irrigation.htm>

<http://www.ourplanet.org.uk/drought-climate-change.asp>

<http://www.fws.gov/pacific/ecoservices/envicon/pim/CoreIssues/Irrigation.htm>

<http://www.ourplanet.org.uk/drought-climate-change.asp>

Microdust pro Aerosol Monitoring System Windust

European weather May 2013

Full Disc weather September 2012